

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO**

**DISEÑO DE UN BANCO DE CONDENSADORES PARA LA
CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA DE LA EMPRESA
BANCHISFOOD S.A**

AUTOR: FREDY SANTIAGO LLUMIQUINGA LOYA

DIRECTOR: ING. VÍCTOR OREJUELA

QUITO, MARZO 2012.

CERTIFICACIÓN

Ing. Víctor Orejuela Luna

Certifica:

Certifico que el señor Fredy Santiago Llumiquinga Loya, bajo mi dirección ha concluido a entera satisfacción su Tesis de Grado cuyo tema es: **“DISEÑO DE UN BANCO DE CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA DE LA EMPRESA BANCHISFOOD S.A”**

Por cumplir los requisitos autorizo su presentación.

Ing. Víctor Orejuela Luna
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN

Yo, Fredy Santiago Llumiquinga Loya declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Quito, Marzo 2012

Fredy Santiago Llumiquinga Loya

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a mis padres y hermanos, quienes me han brindado su apoyo incondicional en todo momento, los mismos que me han ayudado a superar cada reto presentado y a todos aquellos que de una u otra forma me brindaron su apoyo durante mi período estudiantil de la carrera de ingeniería.

En segundo lugar a mi director de tesis el Ing. Víctor Orejuela, quien es una de las personas que más admiro por todos sus conocimientos brindados, también por el tiempo prestado para dar los criterios de ingeniería y dar sus recomendaciones para el proyecto de tesis; al Ing. Ramiro Llumiquinga, quien me apoyó incondicionalmente y me prestó su valiosa ayuda intelectual, equipos e información necesaria sobre el tema; de igual manera a los representantes de la empresa BANCHISFOOD S.A los mismos que me prestaron todas las facilidades para la toma de datos e información de la empresa.

Finalmente un entero agradecimiento a mis profesores y a ésta prestigiosa Universidad la cual siempre me acogió en sus aulas, formando profesionales competitivos y personas de bien.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi madre Gertrudis, quien con su sabiduría me ha guiado todo este tiempo y porque es mi inspiración para seguir adelante ya que es un ejemplo de mujer emprendedora, luchadora que no se deja vencer por las adversidades y retos que se le presentan en la vida y me ha enseñado a seguir adelante hasta conseguir mis metas y objetivos.

También a mi tía Laura que aunque ya no esté aquí siempre me brindó su bondad y amor.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 CONCEPTOS BÁSICOS	1
1.2.1 POTENCIA	2
1.2.1.1 POTENCIA APARENTE (S)	2
1.2.1.2 POTENCIA ACTIVA (P)	2
1.2.1.3 POTENCIA REACTIVA (Q)	2
1.2.1.4 TRIÁNGULO DE POTENCIAS	3
1.2.1.5 EL ÁNGULO Φ	3
1.2.2 TIPOS DE CARGA	4
1.2.2.1 CARGAS RESISTIVAS	4
1.2.2.2 CARGAS INDUCTIVAS	4
1.2.2.3 CARGAS CAPACITIVAS	5
1.2.2.4 CARGA COMPUESTA	5
1.2.3 FACTOR DE POTENCIA	6
1.2.3.1 FACTOR DE POTENCIA MEDIO	7
1.3 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	7
1.3.1 CAUSAS DEL BAJO FACTOR DE POTENCIA	8
1.3.1.1 Iluminación de descarga o de arco (lámparas de vapor de mercurio, lámparas fluorescentes, etc.)	9
1.3.1.2 Motores de inducción de pequeña y gran capacidad	9
1.3.1.3 Motores operando en vacío	9
1.3.1.4 Motores sobredimensionados	9
1.3.1.5 Transformadores operando en vacío o con pequeñas cargas	10
1.3.1.6 Transformadores sobredimensionados	10
1.3.1.7 Nivel de voltaje por encima del nominal	10
1.3.1.8 Hornos eléctricos de arco voltaico	10
1.3.1.9 Soldadoras eléctricas de corriente alterna	10
1.3.2 CONSECUENCIAS DEL BAJO FACTOR DE POTENCIA	11
1.3.2.1 Aumento de la intensidad de corriente e incremento de pérdidas por efecto Joule	12
1.3.2.2 Pérdidas en los conductores y fuertes caídas de tensión	12

1.3.2.3	Sobrecarga de los generadores, transformadores	13
1.3.2.4	Aumentos en la factura por consumo de energía eléctrica.....	13
1.3.3	ALTERNATIVAS PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA.....	13
1.3.3.1	MOTORES SÍNCRONOS.....	13
1.3.3.2	CONDENSADORES ESTÁTICOS	15
1.3.4	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA MEDIANTE EL USO DE CONDENSADORES.....	16
1.3.4.1	FORMAS DE INSTALACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL BANCO DE CONDENSADORES.....	18
1.3.4.1.1	INSTALACIÓN INDIVIDUAL	19
1.3.4.1.1.1	Compensación individual en motores eléctricos.....	19
1.3.4.1.1.2	Compensación individual en transformadores de distribución	20
1.3.4.2	INSTALACIÓN EN GRUPO	21
1.3.4.3	INSTALACIÓN GLOBAL O CENTRAL	22
1.3.5	TIPOS DE BANCOS DE CONDENSADORES	23
1.3.5.1	CONDENSADORES FIJOS.....	23
1.3.5.2	BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICOS	24
1.4	IMPORTANCIA DE LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	25
CAPÍTULO II		26
ANÁLISIS, MEDICIONES Y DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA		
2.1	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	26
2.1.1	DATOS DE LA EMPRESA	26
2.1.2	DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES QUE CONFORMAN LA EMPRESA	26
2.1.2.1	PELADO.....	27
2.1.2.2	FRITURA	27
2.1.2.3	EMPAQUE	28
2.1.2.4	BODEGA Y DISTRIBUCIÓN	28
2.2	LEVANTAMIENTO DE CARGA Y PARÁMETROS ELÉCTRICOS	29
2.2.1	LEVANTAMIENTO DE CARGA	29
2.2.2	LEVANTAMIENTO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	31
2.2.2.1	ANALIZADOR DE CARGA FLUKE 1735	32
2.2.2.1.1	CARACTERÍSTICAS	32
2.2.2.1.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	32
2.2.2.1.3	FORMA DE CONEXIÓN DEL EQUIPO	33

2.2.3	ANÁLISIS DE RED ELÉCTRICA	34
2.2.3.1	SUMINISTROS DE ENERGÍA	34
2.2.3.1.1	RED PÚBLICA.....	34
2.2.3.1.2	ENERGÍA AUXILIAR.....	34
2.2.4	ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	34
2.2.4.1	ANÁLISIS DE POTENCIA APARENTE EN (kVA).....	36
2.2.4.1.1	POTENCIA (kVA) DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN	36
2.2.4.1.2	POTENCIA (kVA) DURANTE UN DÍA LABORABLE.....	37
2.2.4.2	ANÁLISIS DE POTENCIA REACTIVA EN (kVAr)	37
2.2.4.2.1	POTENCIA (kVAr) DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN....	37
2.2.4.2.2	POTENCIA (kVAr) DURANTE UN DÍA LABORABLE	37
2.2.4.3	ANÁLISIS DE POTENCIA ACTIVA EN (KW).....	38
2.2.4.3.1	POTENCIA ACTIVA DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN	38
2.2.4.3.2	POTENCIA ACTIVA DURANTE UN DÍA LABORABLE	38
2.2.4.4	ANÁLISIS DE VALORES DEL FACTOR DE POTENCIA (FP)	38
2.2.4.4.1	FP DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN.....	38
2.2.4.4.2	F.P DURANTE UN DÍA LABORABLE	39
2.3	FACTURACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA.....	39
2.4	PENALIZACIÓN	40
CAPÍTULO III.....		42
DISEÑO DEL BANCO DE CONDENSADORES		
3.1	INTRODUCCIÓN	42
3.2	DISEÑO DEL BANCO DE CONDENSADORES TRIFÁSICO	46
3.2.1	CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA EN kVAr PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	47
3.2.2	SELECCIÓN DEL TIPO DEL BANCO DE CONDENSADORES	50
3.2.2.1	ANÁLISIS TÉCNICO	50
3.2.2.2	ANÁLISIS ECONÓMICO	53
3.2.2.2.1	MÉTODOS BÁSICOS PARA EVALUAR PROYECTOS.....	54
3.2.2.2.1.1	VALOR PRESENTE VP	54
3.2.2.2.1.2	VALOR PRESENTE NETO VPN.....	54
3.2.2.2.1.3	TASA INTERNA DE RETORNO TIR	55
3.2.2.2.1.4	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)	55
3.2.2.2.1.5	PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	56

3.2.3	ELECCIÓN DEL TIPO DE BANCO A UTILIZAR.....	56
3.3	COMPONENTES DEL BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO	56
3.3.1	CONTROLADOR DE FACTOR DE POTENCIA	57
3.3.1.1	PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR	57
3.3.1.1.1	AJUSTE DEL $\cos \phi$	58
3.3.1.1.2	CÁLCULO DEL C/K (SENSIBILIDAD)	58
3.3.1.1.3	DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL MENÚ BÁSICO DEL CONTROLADOR DE FACTOR DE POTENCIA DCRK5	59
3.3.1.1.4	CONEXIÓN DEL CONTROLADOR AUTOMÁTICO DE FACTOR DE POTENCIA DCRK5.....	61
3.3.2	ELEMENTOS EXTERNOS DEL CONTROLADOR DE FACTOR DE POTENCIA.....	63
3.3.2.1	LECTURA DE INTENSIDAD	63
3.3.2.2	LECTURA DE TENSIÓN.....	63
3.3.3	CONDENSADORES TRIFÁSICOS	65
3.3.4	CONTACTOR	66
3.3.4.1	CONTACTORES ESPECIALES PARA CONDENSADORES	67
3.4	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	68
3.4.3	ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO PARA DETERMINAR LA PROTECCIÓN PRINCIPAL DEL BANCO DE CONDENSADORES.	69
3.4.4	INTERRUPTOR PRINCIPAL:	71
3.4.5	PROTECCIÓN CON FUSIBLES INDIVIDUALES PARA CADA CONDENSADOR	72
3.4.6	DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES	73
3.4.7	GABINETE.....	77
3.5	UBICACIÓN DEL BANCO DE CONDENSADORES.....	77
3.6	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES	77
3.6.1	CONTROLADOR AUTOMÁTICO DE FACTOR DE POTENCIA.....	77
3.6.2	CONDENSADOR TRIFÁSICO	78
3.6.3	CONTACTOR ESPECIAL PARA CONDENSADORES	79
3.6.4	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	79
3.6.4.1	INTERRUPTOR PRINCIPAL TERMO MAGNÉTICO C60N	79
3.6.4.2	FUSIBLES NH	81
3.6.5	GABINETE.....	83
CAPÍTULO IV		85
ANÁLISIS ECONÓMICO		

4.1	INTRODUCCIÓN	85
4.2	ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA MEDIANTE UN BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO	86
4.2.1	CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE (VP) DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN	87
4.2.1.1	CÁLCULO DEL VP1 COSTOS DE INVERSIÓN:	88
4.2.1.2	CÁLCULO DEL VP2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:	88
4.2.1.3	CÁLCULO DEL VP3 COSTO POR REPOSICIÓN DE UNA UNIDAD	89
4.2.1.4	CÁLCULO DEL VP4 COSTO DE RETIRO DE LA UNIDAD AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL:	89
4.2.1.5	CÁLCULO DEL VP TOTAL DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN:	89
4.2.2	CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE DE LAS PENALIZACIONES	89
4.2.3	DETERMINACIÓN DEL VALOR PRESENTE NETO VPN	90
4.2.4	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	90
4.2.5	PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	90
4.3	RESUMEN DE RESULTADOS	90
4.4	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	91
4.4.1	BENEFICIOS ECONÓMICOS	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
	CONCLUSIONES	94
	RECOMENDACIONES	95
	BIBLIOGRAFÍA	96
	ANEXOS	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Triángulo de potencias eléctricas	3
Figura 1.2: Forma de onda del voltaje y la corriente para una carga resistiva	4
Figura 1.3: Forma de onda del voltaje y la corriente para una carga inductiva	5
Figura 1.4: Forma de onda del voltaje y la corriente para una carga capacitiva	5
Figura 1.5: Carga real compuesta por una carga resistiva y una carga reactiva	6
Figura 1.6: Relación entre la intensidad de corriente y el factor de potencia	12
Figura 1.7: Potencia reactiva suministrada por la propia red.....	16
Figura 1.8: Corrección del factor de potencia mediante el uso de condensadores.....	16
Figura 1.9: Carga real con un banco de condensadores	17
Figura 1.10: Reducción de carga reactiva mediante un banco de condensadores.....	18
Figura 1.11: Compensación individual junto a la carga	19
Figura 1.12: Compensación individual en motores.....	20
Figura 1.13: Compensación en grupo	21
Figura 1.14: Compensación global o central.....	22
Figura 1.15: Condensadores Fijos.....	23
Figura 1.16: Banco de condensadores automáticos.....	24
Figura 2.1: Área y proceso de pelado	27
Figura 2.2: Área y proceso de fritura.....	27
Figura 2.3: Área y proceso de empaque.....	28
Figura 2.4: Área de bodega y distribución.....	28
Figura 2.5: Power Logger Fluke.....	31
Figura 2.6: Analizador de carga Power Logger Fluke	32
Figura 2.7: Conexión para una red trifásica.....	33
Figura 2.8: Conexión del analizador de carga Fluke 1735 al sistema eléctrico	35
Figura 2.9: Software Fluke 1735 y los datos en una hoja de Excel.....	35
Figura 2.10: Análisis de carga mediante el software Fluke 1735.....	36
Figura 2.11: Planilla de consumo eléctrico del período 2010-02-27.....	41
Figura 3.1: Curva de potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia en el periodo de 6:03 am del 4 de marzo a 6:03 am del 5 de marzo del 2010.....	45
Figura 3.2: Curva de potencia reactiva calculada requerida en función del tiempo (6:03 am del 4 de marzo a 6:03 am del 5 de marzo del 2010).....	49
Figura 3.3: Compensación fija	51
Figura 3.4: Compensación automática de tres pasos (1:1:1).....	52
Figura 3.5: Controlador automático para Corrección de Factor de Potencia.....	57
Figura 3.6: Conexión del controlador automático de factor de potencia DCRK5	62

Figura 3.7: Esquema de conexión en baja tensión del banco de condensadores y ubicación del CT (transformador de corriente).....	64
Figura 3.8: Condensador tubular trifásico.....	65
Figura 3.9: Contactor Telemecanique serie LC1DF para el control de condensadores ...	67
Figura 3.10: Ubicación de las protecciones en el circuito de fuerza.....	68
Figura 3.11: Interruptor termo magnético trifásico.....	71
Figura 3.12: Dimensionamiento de los conductores para la sección A y la sección B ...	74
Figura 3.13: Calibre de conductor utilizado en el circuito de fuerza.....	76
Figura 3.14: Gabinete para banco de condensadores	74
Figura 3.15: Dimensiones del controlador de factor de potencia DCRK5.....	78
Figura 3.16: Dimensiones del condensador trifásico serie B32344.....	78
Figura 3.17: Dimensiones del contactor LC1DFK11M7 (marca telemecanique)	79
Figura 3.18: Curva característica.....	81
Figura 3.19: Gabinete para el banco de condensadores	84
Figura 4.1: Flujo de caja durante la vida útil del banco de condensadores.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Factor de potencia de cargas más usuales.....	11
Tabla2.1: Carga instalada.....	29-30
Tabla2.2: Datos del transformador.....	34
Tabla2.3: Datos de placa del generador	34
Tabla2.4: Mediciones de potencia aparente en kVA.....	36
Tabla2.5: Mediciones de potencia aparente en kVA durante un día de trabajo	37
Tabla2.6: Mediciones de potencia reactiva en kVAr.....	37
Tabla2.7: Mediciones de potencia reactiva en kVAr durante un día de trabajo	37
Tabla2.8: Mediciones de potencia activa en kW	38
Tabla2.9: Mediciones de potencia activa en kW durante un día de trabajo.....	38
Tabla2.10: Mediciones del factor de potencia	39
Tabla2.11: Mediciones del factor de potencia durante un día de trabajo	39
Tabla2.12: Datos de facturación eléctrica de la empresa BANCHISFOOD S.A.	40
Tabla3.1: Datos desplegados en la pantalla del software del analizador de carga	43
Tabla3.2: Valor medio, máximo, mínimo de potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia tomados del anexo E.....	44
Tabla3.3: Valores calculados de Q_c que se necesitarán para mejorar el factor de potencia.....	47
Tabla3.4: Valores medios, máximos y mínimos de potencia reactiva calculada	48
Tabla3.5: Corrientes de Cortocircuito e Interrupción Generación Máxima Futura, en la Subestación SANGOLQUÌ y en la barra de BANCHISFOOD	70
Tabla3.6: Tabla para alambres de cobre	75
Tabla 4.1: Resumen de las facturas del consumo eléctrico de los doce últimos meses.....	85
Tabla 4.2: Equipos y materiales para el banco de condensadores.....	86
Tabla 4.3: Indicadores de rentabilidad del proyecto.....	90
Tabla 4.4: Análisis de sensibilidad con respecto a la variación de los costos de inversión y la variación de la tasa de interés.....	92

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A.....	100
ANEXO B.....	109
ANEXO C.....	118
ANEXO D.....	119
ANEXO E.....	120
ANEXO F.....	123
ANEXO G.....	125
ANEXO H.....	126
ANEXO I.....	127
ANEXO J.....	128
ANEXO K.....	142
ANEXO L.....	144
ANEXO M.....	145

Quito, 12 de Noviembre del 2009

Ing.

Germán Arévalo.

Director de Carrera

Ingeniería Electrónica.

Ciudad.

De mi consideración:

Yo, Fredy Santiago Llumiquinga Loya, estudiante de Ingeniería Eléctrica, solicito me autorice realizar el trámite correspondiente para la aprobación del proyecto de Tesis, previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico, que versará sobre el tema:

“Diseño de un banco de condensadores para la corrección del factor potencia de la empresa BANCHIS FOOD S.A”

Tiempo de duración: Nueve meses.

Tema propuesto por: Ing. Víctor Orejuela

Director Sugerido: Ing. Víctor Orejuela.

Atentamente,

Fredy Santiago Llumiquinga Loya.

Ing. Víctor Orejuela

1. TÍTULO DEL TEMA:

“Diseño de un banco de condensadores para la corrección del factor potencia de la empresa BANCHIS FOOD S.A”

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La empresa BANCHISFOOD S.A ubicada en la calle Cacha 498 y Condorazo del barrio Fajardo de la ciudad de Sangolquí, dedicada a la producción y comercialización de Alimentos, posee en su sistema eléctrico cargas inductivas como cargas resistivas las mismas que permiten procesar el producto.

Tal como se encuentra el sistema eléctrico actualmente presenta un bajo factor de potencia debido a la presencia de cargas inductivas como transformadores, motores, lámparas fluorescentes.

Al presentarse un factor de potencia por debajo de los niveles aceptados se tienen consecuencias como incremento de las pérdidas en los conductores, sobrecarga de los transformadores y líneas de distribución, aumento de la caída de tensión, incremento de la potencia aparente, incremento de la facturación eléctrica, sanciones por parte de la empresa eléctrica.

3. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA:

El diseño de un banco de condensadores permitirá obtener beneficios como: disminución de las pérdidas en los conductores, reducción de las caídas de tensión, aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores y líneas de distribución, incremento de la vida útil de las instalaciones.

Al corregir el factor de potencia se obtendrán también beneficios económicos para la empresa como: reducción de los costos por facturación eléctrica, eliminación del cargo por bajo factor de potencia, bonificación de hasta un 2.5% de la facturación cuando se tenga factor de potencia mayor a 0.92

4. ALCANCES:

El trabajo consistirá en el diseño de un banco de condensadores para la corrección del factor de potencia, el mismo que permitirá tener un factor de potencia óptimo

económico, con el cual se obtendrá beneficios económicos como técnicos para la empresa.

- Diseño de un banco de condensadores para la carga del sistema.
- Selección del número de condensadores.
- Ubicación adecuada del banco de condensadores en el sistema eléctrico de la planta.
- Selección de las protecciones.
- Análisis económico de beneficio/costo.
- Especificaciones técnicas del equipamiento.
- Determinar la factibilidad técnica de un banco de condensadores para la corrección del factor de potencia o seguir pagando las penalizaciones por un bajo factor de potencia a la Empresa Eléctrica Quito S.A.

5. OBJETIVOS:

5.1 OBJETIVOS GENERALES:

Diseñar un banco de condensadores para la corrección del factor de potencia de la empresa BANCHISFOOD S.A basado en un estudio técnico económico.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Tomar medidas y datos de los parámetros eléctricos de todas las cargas eléctricas del sistema de la empresa

Determinar los beneficios técnicos y económicos que implica tener un factor de potencia mayor a 0.92

Estudiar y analizar la factibilidad técnica económica de un banco de condensadores para la corrección del factor de potencia.

Seleccionar las características técnicas de los componentes del banco de condensadores y realizar las especificaciones técnicas de todo el equipamiento

6. HIPÓTESIS:

El diseño de un banco de condensadores permitirá la corrección del factor de potencia y brindará beneficios técnicos económicos para la empresa BANCHISFOOD S.A, cuando el equipamiento sea instalado.

7. MARCO TEÓRICO.

FACTOR DE POTENCIA

El factor de potencia se define como el cociente de la relación de la potencia activa entre la potencia aparente; esto es:

$$FP = \frac{P(\text{Potencia activa})}{S(\text{Potencia APARENTE})}$$

Comúnmente, el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo.

Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.

TIPOS DE POTENCIA

Potencia real o activa

La potencia activa o real es la que en el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo.

Unidades: vatio (W)

Símbolo: P

Potencia reactiva

La potencia reactiva es la encargada de generar el campo magnético que requieren para su funcionamiento los equipos eléctricos tales como motores y transformadores.

Unidades: volt-amper-reactivo (VAr)

Símbolo: Q

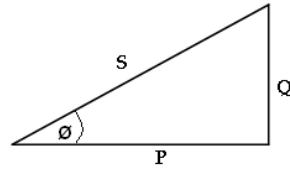
Potencia aparente

La potencia aparente es la potencia eléctrica que realmente es absorbida por la carga y puede obtenerse a partir de la suma geométrica de las potencias efectiva y reactiva. También puede calcularse a partir del producto de los valores de tensión y corriente

Unidades: volt-amper (VA)

Símbolo: S

EL TRIÁNGULO DE POTENCIAS



De la figura se observa que:

$$\cos\phi = P/S \quad \text{por lo tanto} \quad \text{FP} = \cos\phi$$

Del triángulo de potencia se observa $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Por lo que se puede conocer la potencia aparente a partir del teorema de pitagoras aplicado en el triángulo de potencias.

CAUSAS DEL BAJO FACTOR DE POTENCIA

Las cargas inductivas como motores, balastos, transformadores, etc., son el origen del bajo factor de potencia ya que son cargas no lineales que contaminan la red eléctrica, en este tipo de equipos el consumo de corriente se desfasa con relación al voltaje lo que provoca un bajo factor de potencia.

CONSECUENCIAS DEL BAJO FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones eléctricas que operan con un factor de potencia menor a 1, afectan a la red eléctrica tanto en alta tensión como en baja tensión, además, tiene las siguientes consecuencias en la medida que el factor de potencia disminuye:

- Calentamiento de cables
- Calentamiento de embobinados de los transformadores de distribución
- Disparo sin causa aparente de los dispositivos
- Sobrecarga de los generadores, transformadores y líneas de distribución
- Aumento de la caída de tensión
- Mayor consumo de corriente
- Incremento de la facturación eléctrica por mayor consumo de potencia en pérdidas.
- Penalizaciones económicas variadas, incluyendo corte de suministro en caso de factor potencia muy bajos

CARGOS Y BONIFICACIONES POR FACTOR DE POTENCIA

Las compañías suministradoras de energía eléctrica han establecido que el valor del factor de potencia mínimo aceptable debe ser de 0.90 (90%). En el caso de que los usuarios demanden la potencia eléctrica con un factor de potencia menor al 0.90 (90%) se hacen acreedores a sanción económica que deben pagar en su factura eléctrica, el cobro de este cargo se calcula mediante la multiplicación del factor de cargo a los costos energéticos.

$$\% \text{ de recargo} = \frac{3}{5} * \left(\left(\frac{90}{FP} \right) - 1 \right) * 100 \quad \text{para cuando } FP < 90\%$$

Se aplicará una bonificación por alto factor de potencia cuando el factor de potencia promedio en el período de facturación sea mayor a 0.9, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de bonificacion} = \frac{1}{4} * \left(1 - \left(\frac{90}{FP} \right) \right) * 100 \quad \text{para cuando } FP > 90\%$$

$$\text{Importe del Bono} = \text{Factor de Bonificación} \times \text{Costos Energéticos}$$

Los valores resultantes de la aplicación de estas fórmulas se redondearán a un sólo decimal, por defecto o por exceso. En ningún caso se aplicarán porcentajes de recargo superiores a 120%, ni porcentajes de bonificación superiores a 2.5%.

BENEFICIOS POR CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA

Beneficios en los equipos:

- Disminución de las pérdidas en conductores.
- Reducción de las caídas de tensión.
- Aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores, líneas y generadores.
- Incremento de la vida útil de las instalaciones.

Beneficios económicos:

- Reducción de los costos por facturación eléctrica.
- Eliminación del cargo por bajo factor de potencia.
- Menores secciones y protecciones.

COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones eléctricas cuya carga está compuesta principalmente por motores de inducción tienen un factor atrasado, por esta razón resulta necesario compensar la carga inductiva con carga capacitiva, además de realizar modificaciones o acciones para que los motores operen en condiciones de carga adecuadas (75 - 100%) para mejorar el factor de carga del mismo y de la instalación total.

La solución sencilla es la colocación de bancos de condensadores que proporcionan los kVAr Reactivos necesarios para que el factor de potencia esté por encima de los 0.92. De hecho, las empresas suministradoras de energía eléctrica utilizan este sistema para compensar el factor de potencia de su red de transmisión y distribución.

Otra forma de compensar el factor de potencia, en el caso de plantas industriales es utilizar motores síncronos y/o de alta eficiencia en lugar de motores standard de inducción, pero una vez definidos los kVA Reactivos necesarios, el problema requiere más bien de un análisis más económico que técnico.

Tomando en cuenta la potencia, y el lugar de emplazamiento de los condensadores, la compensación de potencia reactiva se puede realizar de las siguientes maneras:

COMPENSACIÓN INDIVIDUAL

Aplicaciones y ventajas

- Los condensadores son instalados por cada carga inductiva.
- El arrancador para el motor sirve como un interruptor para el capacitor.
- El uso de un arrancador proporciona control semiautomático para los condensadores.
- Los condensadores son puestos en servicio sólo cuando el motor está trabajando.
- Las líneas se mantienen compensadas cualquiera sea la carga

Desventajas

- El costo de varios condensadores por separado es mayor que el de un condensador individual de valor equivalente.
- Existe subutilización para aquellos condensadores que no son usados con frecuencia.

COMPENSACIÓN EN GRUPO

Aplicaciones y ventajas

- Se utiliza cuando se tiene un grupo de cargas inductivas de igual potencia y que operan simultáneamente.
- La compensación se hace por medio de un banco de condensadores en común.
- Los bancos de condensadores pueden ser instalados en el centro de control de motores.

Desventajas

- La sobrecarga no se reduce en las líneas de alimentación principales.
- La sobre compensación durante períodos de poco consumo reactivo aumenta la tensión con los riesgos que ello implica.
- Se requieren protecciones especiales.

COMPENSACIÓN CENTRAL

Características y ventajas

- Es la solución más general para corregir el factor de potencia.
- El banco de condensadores se conecta en la acometida de la instalación.
- Es de fácil supervisión.

Desventajas

- Se requiere de un regulador automático del banco para compensar según las necesidades de cada momento. (Alto costo)
- La sobrecarga no se reduce en la fuente principal ni en las líneas de distribución.

8. MARCO METODOLÓGICO:

Para la presente tesis se usará la metodología deductiva y analítica debido a que se va a partir de normas y leyes que permitirán obtener valores adecuados para el diseño del banco de condensadores y el análisis técnico económico

9. ESQUEMA DE CONTENIDOS:

CAPÍTULO I:

CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

1.1 Introducción

1.2 Conceptos básicos de potencia

1.3 Corrección del factor de potencia

1.4 Importancia de la corrección del factor de potencia

CAPÍTULO II:

ANÁLISIS, MEDICIONES Y DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA

- 2.1 Recopilación de información.
- 2.2 Levantamiento de carga y de parámetros eléctricos.
- 2.3 Facturación de potencia y energía.
- 2.4 Penalización

CAPÍTULO III:

DISEÑO DEL BANCO DE CONDENSADORES

- 3.1 Introducción
- 3.2 Diseño del banco de condensadores trifásico
- 3.3 Componentes del banco de condensadores automático
- 3.4 Dispositivos de protección.
- 3.5 Ubicación del banco de condensadores.
- 3.6 Especificaciones técnicas de los componentes

CAPÍTULO IV:

ANÁLISIS ECONÓMICO

- 4.1 Introducción
- 4.2 Análisis económico para la corrección de factor de potencia mediante un banco de condensadores automático.
- 4.3 Resumen de resultados
- 4.4 Análisis de sensibilidad

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] EDMINISTER. Joseph, *Circuitos Eléctricos*-3^{ra} Edición, Editorial McGraw Hill.
- [2] INELAP, *Guía rápida para corregir el factor de potencia*
- [3]PÁEZ. Heinz, *Corrección del Factor de potencia*, Barcelona,1989
- [4] RAMÍREZ. J, *El Factor de Potencia*, CEAC, Barcelona España
- [5] www.monografias.com

12. PRESUPUESTO

CANTIDAD	Descripción	V.UNIT.	V. Total
60	Internet (Horas)	1	60
500	Impresiones	0,25	125
500	Copias	0,05	25
3	Empastados	20	60
3	Alquiler de instrumentos de medida	50	150
1	Personal para levantamiento de datos de parámetros eléctricos	100	100
		Sub. total	520
	TRANSPORTE	150	150
		Total	670

13. CRONOGRAMA

	CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE TESIS								
CAPÍTULOS	MES I	MES II	MES III	MES IV	MES V	MES VI	MES VII	MES VIII	MES IX
CAPÍTULO I	***** **	***** **							
CAPÍTULO II			***** **	***** **					
CAPÍTULO III				***** **	***** **	***** **	***** **		
CAPÍTULO IV							***** **	***** **	***** **
NOTA:	CADA MES EL DIRECTOR DE TESIS EMITIRÁ UN INFORME Y COMPLETARÁN EN CONJUNTO CON LOS ESTUDIANTES COMO MÍNIMO 20 HORAS POR SEMESTRE								

RESUMEN

En el presente proyecto se diseña un banco de condensadores para la corrección del factor de potencia de la empresa BANCHISFOOD S.A. mediante un estudio técnico económico; además se realiza la selección del tipo de banco a utilizar de acuerdo a las características eléctricas de la empresa.

Se indican los conceptos básicos de los principales parámetros eléctricos: potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia; que sirven para entender mejor las ventajas que se obtienen al realizar la corrección del factor de potencia. Se determinan los beneficios técnicos y económicos que implica tener un factor de potencia mayor a 0.92.

Se obtienen datos eléctricos de las partes y aéreas que conforman la empresa, mediante el analizador de carga; además se analizan las facturas de consumo eléctrico las mismas que servirán para el diseño técnico económico del banco de condensadores. Se realiza el levantamiento de carga del sistema eléctrico. Con el levantamiento de carga se realiza diagramas unifilares eléctricos de la planta los mismos que sirven para determinar la ubicación estratégica del banco de condensadores.

Se determina el valor de potencia reactiva necesaria para corregir el factor de potencia y de esta manera no incurrir en penalizaciones. Se seleccionan equipos eléctricos, elementos de control y protección que permiten el funcionamiento apropiado del banco de condensadores.

Adicionalmente se realiza el análisis económico del proyecto para determinar, mediante indicadores, la factibilidad económica del proyecto y si es rentable la implementación de un Banco de Condensadores para la Corrección del Factor de Potencia.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto que permitirán tomar decisiones a los representantes de la empresa BANCHISFOOD S.A.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La empresa BANCHISFOOD S.A ubicada en la calle Cacha 498 y Condorazo del barrio Fajardo de la ciudad de Sangolquí, dedicada a la producción y comercialización de Alimentos, posee en su sistema eléctrico cargas inductivas y cargas resistivas las mismas que permiten procesar el producto.

Tal como se encuentra el sistema eléctrico actualmente presenta un bajo factor de potencia debido a la presencia de cargas inductivas como: transformadores, motores, lámparas fluorescentes, compresores, soldadoras de arco.

Al presentarse un factor de potencia por debajo de los niveles aceptados se tienen consecuencias como: el incremento de las pérdidas en los conductores, sobrecarga de los transformadores y líneas de distribución, aumento de la caída de tensión, incremento de la potencia aparente, incremento de la facturación eléctrica, sanciones por parte de la empresa eléctrica.

Por este motivo, los empresarios se vieron en la necesidad de darle atención a este problema, mediante el análisis técnico económico de la instalación de un banco de condensadores que permitirá obtener beneficios tales como: disminución de las pérdidas en los conductores, reducción de las caídas de tensión, aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores y líneas de distribución, incremento de la vida útil de las instalaciones y equipos eléctricos.

Al corregir el factor de potencia se obtendrán también beneficios económicos para la empresa logrando así: la reducción de los costos por facturación eléctrica, eliminación del cargo por bajo factor de potencia, y bonificación de hasta un 2.5% de la facturación cuando se tenga un factor de potencia mayor a 0.92

1.2 CONCEPTOS BÁSICOS

Es conveniente repasar algunos conceptos ya conocidos y que hacen referencia a los tipos de potencias presentes en los circuitos de corriente alterna.

De acuerdo con este criterio, en cualquier instalación industrial de corriente alterna, conviene distinguir los siguientes términos.

1.2.1 POTENCIA

La potencia es la capacidad de producir o demandar energía de una máquina eléctrica, equipo o instalación por unidad de tiempo.

En todo circuito eléctrico, para el funcionamiento de los diferentes equipos y máquinas se encuentran presentes las siguientes potencias:

- Potencia Aparente
- Potencia Activa
- Potencia Reactiva

1.2.1.1 POTENCIA APARENTE (S)

La potencia total o aparente es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva, o bien, el producto de la corriente y el voltaje. Se la representa con la letra S y su unidad de medida se expresa en voltamperios (VA).

1.2.1.2 POTENCIA ACTIVA (P)

Llamada también potencia efectiva y potencia real, se la representa con la letra P y es expresada en vatios (W). Solamente esta potencia se puede transformar en potencia mecánica o en potencia calorífica.

“.....La potencia *efectiva* o *real* es la que en el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo, es decir, en energía utilizable.”²⁷

1.2.1.3 POTENCIA REACTIVA (Q)

Llamada también potencia magnetizante, se simboliza con la letra Q expresada en voltamperios reactivos (VAr), resulta necesaria para el funcionamiento de ciertas máquinas y dispositivos eléctricos (motores, transformadores, bobinas, relés, etc.) pero no puede transformarse en potencia mecánica o calorífica útil, y causa pérdidas adicionales en los equipos que transportan la energía.

²⁷ www.factor_de_potencia.ppt julio 2002

1.2.1.4 TRIÁNGULO DE POTENCIAS

El triángulo de potencias es la representación fasorial de la potencia activa (P), la potencia reactiva (Q) y la potencia aparente (S). La figura 1.1 es usada para ilustrar las diferentes formas de potencia eléctrica.

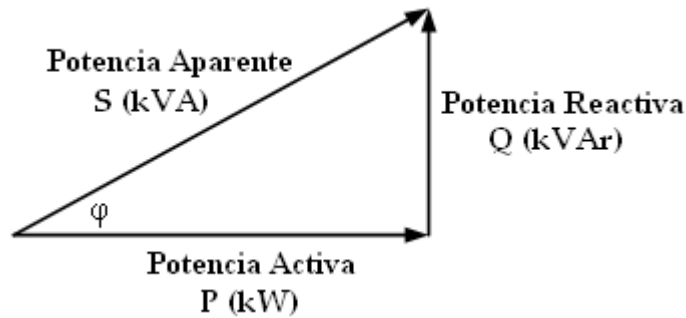


Figura 1.1: Triángulo de potencias eléctricas.²⁸

Donde:

P (kW) = Potencia activa.

Q (kVAr) = Potencia reactiva, no produce trabajo, pero si hay que pagar por ella.

S (kVA) = Potencia aparente, potencia total requerida para alimentar la carga.

De la figura 1.1 se obtiene la ecuación 1.1:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad \text{Ecuación 1.1}$$

Por lo que se puede conocer la potencia aparente a partir del teorema de Pitágoras aplicado en el triángulo de potencias.

1.2.1.5 EL ÁNGULO Φ

El ángulo ϕ indica si las señales de voltaje y corriente se encuentran en fase.

Dependiendo del tipo de carga, el factor de potencia ($F.P = \cos \phi$) puede ser:

- Igual a 1 (carga resistiva)
- Retrasado (carga inductiva)
- Adelantado (carga capacitiva)

²⁸ EDMINISTER, Joseph y NAHVI, Mahmood, *Circuitos Eléctricos*, Tercera Edición, Editorial McGraw-Hill, Madrid-España, 1997, p.271

1.2.2 TIPOS DE CARGA

En una red o circuito eléctrico a los elementos pasivos se los conoce como cargas, ya que por medio de ellos la energía eléctrica se consume dependiendo de la intensidad de corriente que circule en los mismos, por lo que a dicha corriente se la conoce como corriente de carga de característica resistiva, inductiva o capacitiva dependiendo del tipo de carga que sea.

1.2.2.1 CARGAS RESISTIVAS

En las cargas resistivas como las lámparas incandescentes, calefactores, resistencias de carbón (es toda energía que se convierte en luz y calor) el voltaje y la corriente están en fase. En este caso, se tiene un factor de potencia unitario.

La característica de estas cargas es que el ángulo de desfase entre el voltaje y la corriente es cero, es decir, se encuentran en fase como se muestra en la figura 1.2.

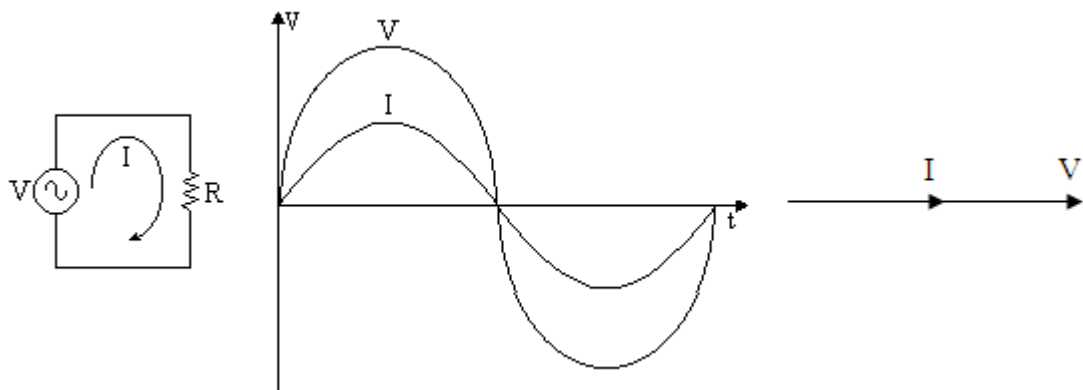


Figura 1.2: Forma de onda del voltaje y la corriente para una carga resistiva.²⁹

1.2.2.2 CARGAS INDUCTIVAS

En las cargas inductivas o bobinas como los motores y transformadores la característica principal de estos elementos es la de almacenar y consumir la energía eléctrica convirtiéndola en energía magnética por medio del campo magnético que genera al circular corriente eléctrica por estos elementos, la corriente se encuentra retrasada respecto al voltaje, es decir, existe un desfase negativo (-90°). En este caso se tiene un factor de potencia retrasado.

²⁹ HIDALGO, Giovanni y PAGUAY, Galo, Reducción de Pérdidas de Energía Eléctrica en los Alimentadores Mediante Compensación Reactiva Considerando Clientes Finales Industriales, Tesis EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, Marzo 2009, p.22

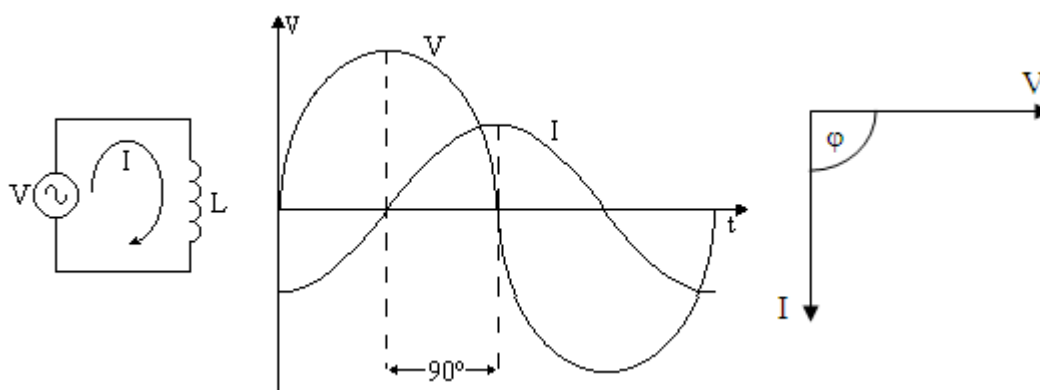


Figura 1.3: Forma de onda del voltaje y la corriente para una carga inductiva.³⁰

En el gráfico 1.3 la corriente está en atraso de -90° con respecto del voltaje.

1.2.2.3 CARGAS CAPACITIVAS

En las cargas capacitivas como los condensadores el mismo que es capaz de almacenar energía en forma de campo eléctrico, la corriente se encuentra adelantada respecto del voltaje por esta razón hay un desfase positivo como se observa en la figura 1.4. En este caso se tiene un factor de potencia adelantado.

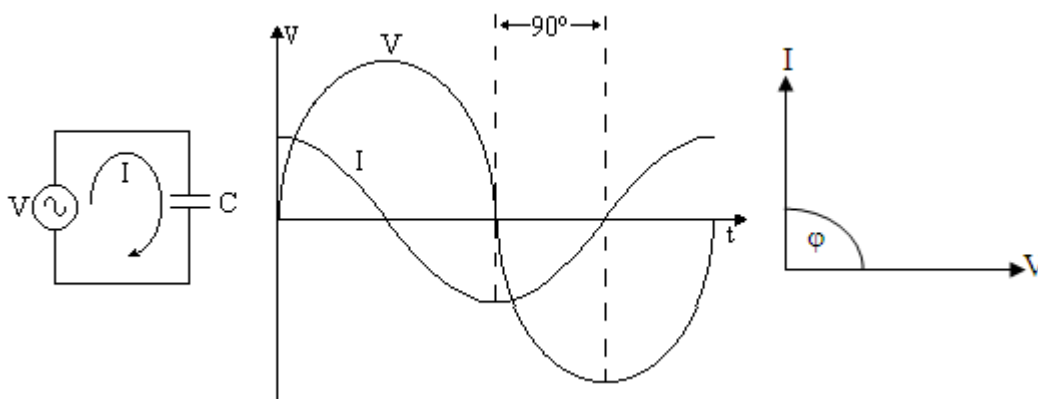


Figura 1.4: Forma de onda del voltaje y la corriente para una carga capacitiva.³¹

Aquí la corriente se encuentra adelantada 90° con respecto al voltaje.

1.2.2.4 CARGA COMPUESTA

Una carga compuesta está formada por una parte puramente resistiva, dispuesta en paralelo con otra parte reactiva ideal, en cargas tales como las ocasionadas por lámparas incandescentes y aparatos de calefacción, la parte de carga reactiva puede considerarse como prácticamente nula. Sin embargo, en las cargas representadas por líneas de transmisión y distribución, transformadores, lámparas fluorescentes,

³⁰ HIDALGO, Giovanni y PAGUAY. Op. Cit, p.24

³¹ Idem, p.25

motores eléctricos, equipos de soldadura, hornos eléctricos, etc., la parte reactiva de la carga suele ser de una magnitud similar a la de parte puramente resistiva.

En estos casos, además de la corriente activa necesaria para producir el trabajo, el calor o la función deseada, la carga toma algo adicional de corriente activa comparable en magnitud a la corriente reactiva, esta misma corriente si bien es indispensable para energizar los circuitos magnéticos de los equipos mencionados, representa una carga adicional de corriente para el cableado de las instalaciones industriales, los transformadores de potencia, las líneas eléctricas e incluso los generadores. En la figura 1.5 se representa en una forma esquemática la alimentación de energía eléctrica de una planta industrial, la carga total de la planta se ha descompuesto en una parte resistiva R y otra parte reactiva de tipo inductivo, en la cual se representa la carga real de un sistema.

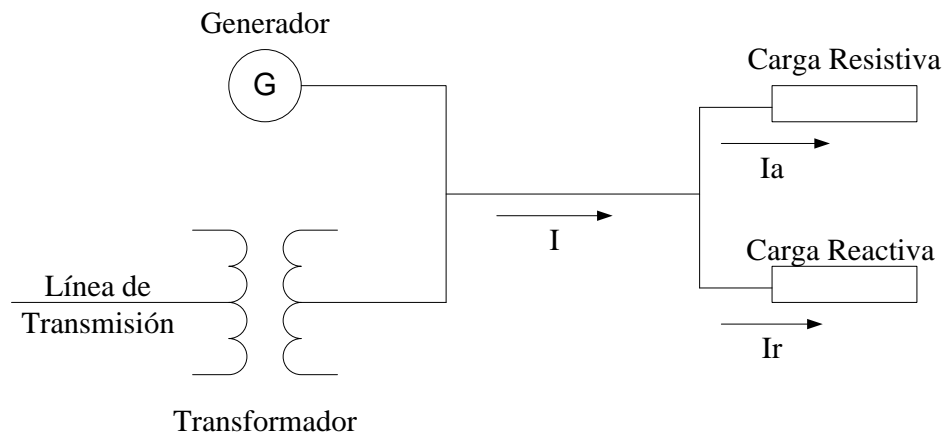


Figura 1.5: Carga real compuesta por una carga resistiva y una carga reactiva.

1.2.3 FACTOR DE POTENCIA

El factor de potencia es la relación entre la potencia activa (en vatios, W), y la potencia aparente (en voltamperios, VA) y describe como la relación entre la potencia de trabajo o real y la potencia total consumida.

El Factor de Potencia (FP) está definido por la ecuación 1.2:

$$FP \equiv \cos\varphi = \frac{P[KW]}{S[KVA]} \quad \text{Ecuación 1.2}$$

$$FP \equiv \cos\varphi = \frac{P[KW]}{V \cdot I[KVA]} \quad \text{Ecuación 1.3}^{32}$$

El factor de potencia expresa en términos generales, el desfaseamiento o no de la corriente con relación al voltaje y es utilizado como indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, el cual puede tomar valores entre 0 y 1.0 siendo la unidad (1.0) el valor máximo de Factor de Potencia y por tanto indica el mejor aprovechamiento de energía. Por ejemplo, si el factor de Potencia es igual a 0.80, indica que del total de la energía suministrada (100%) sólo el 80% de esa energía es aprovechada en trabajo útil.

“.....Comúnmente, el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo. El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.”³²

1.2.3.1 FACTOR DE POTENCIA MEDIO

“Algunas instalaciones cuentan a la entrada con dos contadores, uno de energía reactiva (kVAh) y otro de energía activa (kWh). Con la lectura de ambos contadores se puede obtener el factor de potencia medio de la instalación, aplicando la ecuación 1.4.”³³

$$FP = \cos \left(\arctan * \frac{Q[kVAh]}{P[kWh]} \right) \quad \text{Ecuación 1.4}$$

1.3 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Las cargas industriales por su naturaleza eléctrica son reactivas a causa de la presencia principalmente de motores, transformadores, lámparas fluorescentes, etc. Al consumo de potencia activa (kW) se suma el consumo de una potencia reactiva (kVAr), las cuales en conjunto determinan el comportamiento operacional de dichos equipos.

Esta potencia reactiva ha sido tradicionalmente suministrada por las empresas de electricidad, aunque puede ser suministrada por las propias industrias. Al ser suministradas por las empresas de electricidad deberá ser producida y transportada

³² www.capacitores y corrección del Factor de potencia. Pdf

³³ http://es.wikipedia.org/wiki/Factor_de_potencia

por las redes, ocasionando necesidades de inversión en capacidades mayores de los equipos y redes de transmisión y distribución.

La potencia reactiva, la cual no produce trabajo directo en los equipos, es necesaria para producir el flujo electromagnético que pone en funcionamiento elementos tales como: motores, transformadores, lámparas fluorescentes, equipos de refrigeración y otros similares. Cuando la cantidad de estos equipos es apreciable los requerimientos de potencia reactiva también se hacen significativos, (a mayor número de equipo que consume potencia reactiva, más potencia reactiva se requiere) lo cual produce una disminución significativa del factor de potencia.

Por las razones anteriores para corregir y mejorar el factor de potencia resulta práctico y económico, la corrección del factor de potencia por medio de la instalación de condensadores eléctricos estáticos, o utilizando motores sincrónicos disponibles en la industria (algo menos económico si no se dispone de ellos).

“...Uno de los objetivos de compensar la potencia reactiva es corregir el factor de potencia, esto a través de bancos de condensadores hasta donde sea posible económicamente.”³⁴

Existen algunas otras estrategias para corregir el factor de potencia como son:

- Minimizar la operación de motores en vacío o con poca carga.
- Evitar la operación de equipo por debajo de su voltaje de diseño.
- Reemplazar motores estándar conforme dejen de servir con motores eficientes en energía. Aún con motores eficientes en energía, sin embargo, el factor de potencia es significativamente afectado por variaciones en la carga. Un motor debe operarse cerca de su capacidad de diseño para obtener los beneficios de una configuración para un alto factor de potencia.

1.3.1 CAUSAS DEL BAJO FACTOR DE POTENCIA

El bajo factor de potencia se debe parcialmente a la carga de los motores de inducción, ya que frecuentemente se trabaja con exceso de estos, también debido a balastos, transformadores y en general a cualquier tipo de inductancia, etc., son el origen del bajo factor de potencia ya que son cargas no lineales que contaminan la red eléctrica, en este tipo de equipos el consumo de corriente se desfasa con relación al voltaje lo que provoca un bajo factor de potencia.

³⁴ JOE OLA, Boletín Electrónico No. 01, *Como Reducir la Factura de Energía Eléctrica Corrigiendo el Factor de Potencia*. pdf

A continuación se enunciarán algunas causas por la cual se produce un bajo factor de potencia:

1.3.1.1 Iluminación de descarga o de arco (lámparas de vapor de mercurio, lámparas fluorescentes, etc.)

Estas lámparas para su funcionamiento requieren en algunos casos de una inductancia o de un transformador, como se mencionó anteriormente estos elementos son los que consumen energía reactiva y al tener la presencia de varias de estas lámparas se tendrá una mayor demanda de energía reactiva por ende producen un factor de potencia bajo.

1.3.1.2 Motores de inducción de pequeña y gran capacidad

Estos motores son generalmente la causa principal de los factores de potencia bajos, primeramente por ser numerosos en los establecimientos industriales, y segundo por naturaleza propia de la máquina ya que necesitan de una potencia magnetizante y lo más importante es que están formados por inductores o bobinas que permiten el funcionamiento y movimiento del rotor del motor.

1.3.1.3 Motores operando en vacío

Los motores eléctricos consumen prácticamente la misma cantidad de energía reactiva necesaria para mantener su campo magnético, cuando opera en vacío o a plena carga. Entretanto, no sucede lo mismo con la energía activa, ésta es directamente proporcional a la carga mecánica solicitada al motor. Así, cuanto menor sea la carga mecánica solicitada, menor será la energía activa consumida, consecuentemente menor el factor de potencia.

1.3.1.4 Motores sobredimensionados

Este es un caso particular de lo anterior, cuyas consecuencias son análogas. Generalmente los motores que son sobredimensionados, presentan una gran conservación de energía.

Es muy común la sustitución de un motor por otro de mayor potencia, principalmente en los casos de mantenimiento y reparación que, por comodidad, la sustitución transitoria pasa a ser permanente, sin saber que un sobredimensionamiento provocará un bajo factor de potencia.

1.3.1.5 Transformadores operando en vacío o con pequeñas cargas

Análogamente a los motores, los transformadores, operando en vacío o con pequeñas cargas, consumen una cantidad de energía reactiva relativamente grande, comparada con la energía activa, provocando un bajo factor de potencia.

1.3.1.6 Transformadores sobredimensionados

Es un caso particular de lo anterior, donde transformadores de gran potencia son utilizados para alimentar, durante largos períodos, pequeñas cargas.

1.3.1.7 Nivel de voltaje por encima del nominal

Con una tensión superior al nominal, se aplica a motores de inducción, se da el aumento de consumo de energía reactiva y, por tanto, disminuye el factor de potencia.

1.3.1.8 Hornos eléctricos de arco voltaico

Su factor de potencia varia en un amplio margen al calentarse el horno, oscila entre 0.5 y 0.85, luego de un cierto tiempo de trabajo se aproxima a un valor constante.

El factor de potencia de los hornos es bajo por dos razones: Primero el arco al comienzo del ciclo tiene menor conductibilidad, de manera que la corriente esta en atraso con relación al voltaje. Segundo cuando el arco esta en cortocircuito, en donde es necesario disponer de una reactancia para limitar la intensidad de corriente a un valor fuera de peligro, siendo esta reactancia la causa de un bajo factor de potencia

1.3.1.9 Soldadoras eléctricas de corriente alterna

Son máquinas que se caracterizan por tener o producir un bajo factor de potencia, debido a que son construidas con una reactancia interna, para limitar las corrientes de cortocircuito en el momento que se produce el arco, esta reactancia es la que produce un bajo factor de potencia.

A continuación se presenta la tabla 1.1 en el cual se muestra el factor de potencia de las cargas más usuales.

Aparato		$\cos \varphi$
Motor asíncrono	Carga a 0%	0,17
	25%	0,55
	50%	0,73
	75%	0,80
	100%	0,85
Lámparas incandescentes		1
Tubos fluorescentes no compensados		0,5
Tubos fluorescentes compensados		0,93
Lámparas de descarga		0,4 a 0,6
Hornos a resistencias		1
Hornos a inducción con compensación incorporada		0,85
Hornos a calentamiento dieléctrico		0,85
Hornos de arco		0,8
Máquinas de soldar a resistencia		0,8 a 0,9
Electrodos monofásicos, estáticos de soldadura al arco		0,5
Electrodos rotativos de soldadura al arco		0,7 a 0,9
Transformadores-rectificadores de soldadura al arco		0,7 a 0,9

Tabla 1.1: Factor de potencia de cargas más usuales.³⁵

1.3.2 CONSECUENCIAS DEL BAJO FACTOR DE POTENCIA

En una instalación eléctrica mientras mayor la cantidad de energía reactiva el factor de potencia se deteriora y como la potencia activa o real es constante, se necesita una mayor intensidad de corriente para satisfacer esta demanda, además este aumento de la corriente incrementa las pérdidas por calentamiento o efecto Joule que está dada por la expresión $P = I^2 R$ donde I es la corriente total y R es la resistencia eléctrica de los equipos (bobinados de generadores y transformadores, conductores de los circuitos de distribución, etc.). Las pérdidas por efecto Joule se manifiestan en:

- Calentamiento de cables.
- Calentamiento de embobinados de los transformadores de distribución.
- Disparo sin causa aparente de los dispositivos de protección.

Uno de los mayores problemas que causa el sobrecalentamiento es el deterioro irreversible del aislamiento de los conductores que, además de reducir la vida útil de los equipos, puede provocar cortos circuitos.

En la figura 1.6 se muestra la relación que existe entre la corriente y el factor de potencia, en el eje vertical (Y) se tiene la variación de corriente con respecto a la

³⁵ SCHNEIDERELECTRIC, Guía de diseño de instalaciones eléctricas 08. Capítulo L Mejora del factor de potencia y filtrado de armónicos L4.pdf, www.SchneiderElectric.com

corriente con factor de potencia igual a 1; y en el eje horizontal (X) se encuentra el factor de potencia. Se puede visualizar que a medida que el factor de potencia es menor se tiene un incremento cada vez más pronunciado de la intensidad de corriente.

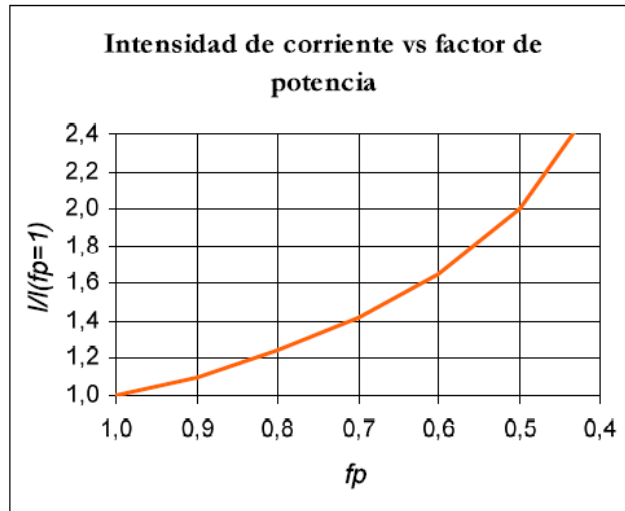


Figura 1.6: Relación entre la intensidad de corriente y el factor de potencia³⁶

Por ende el factor de potencia es el que limita la demanda de corriente del sistema eléctrico. Las consecuencias que se le presentan al usuario industrial tendrán repercusiones financieras, estas consecuencias son las siguientes:

1.3.2.1 Aumento de la intensidad de corriente e incremento de pérdidas por efecto Joule

Por este motivo al usuario industrial se le presentan las siguientes desventajas:

- Los conductores, entre el medidor y el usuario, deberán ser de mayor calibre.
- Los embobinados de los transformadores de distribución, se recalentarán.
- Los dispositivos de operación y protección deberán ser de mayor tamaño y por lo tanto de mayor precio.
- La temperatura de los conductores aumenta y esto disminuye la vida de su aislamiento.

1.3.2.2 Pérdidas en los conductores y fuertes caídas de tensión

Esto resulta un insuficiente suministro de potencia a las cargas (motores, lámparas, etc.) estas cargas sufren una reducción en su potencia de salida. Estas caídas de voltaje se afectan también a:

³⁶ www.Estudio para la ubicación estratégica de capacitores en las subestaciones de la Empresa EMELNORTE. P 21.pfd.com

- Los embobinados de los transformadores de distribución.
- Los cables de alimentación.
- Sistemas de protección y control.

1.3.2.3 Sobrecarga de los generadores, transformadores

El exceso de corriente debido a un bajo factor de potencia, ocasiona que los generadores, transformadores y líneas de distribución, trabajen con cierta sobrecarga y reduzcan su vida útil, debido a que estos equipos, son diseñados para un cierto valor de corriente y para no dañarlos, se debe operar sin que rebase los límites permitidos.

1.3.2.4 Aumentos en la factura por consumo de energía eléctrica

Debido a un bajo factor de potencia implica pérdidas de energía en la red eléctrica, el productor y distribuidor de energía eléctrica se ve en la necesidad de penalizar al usuario que no hace uso correcto de su energía, haciendo que pague más por su consumo de energía eléctrica o que el mismo usuario corrija el factor de potencia, otros problemas económicos son:

- Incremento de la facturación por mayor consumo de corriente.
- Penalización de hasta un 120% del costo de la facturación por parte de la empresa distribuidora en este caso la Empresa Eléctrica Quito.

1.3.3 ALTERNATIVAS PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA

Los métodos para realizar la corrección del factor de potencia son los siguientes:

- Por intermedio de motores síncronos
- Por medio de condensadores estáticos

1.3.3.1 MOTORES SÍNCRONOS

“...Los motores síncronos pueden también actuar como generadores de kVAr. Su capacidad para generar kVAr es función de su excitación y de la carga conectada; cuando operan en baja excitación no genera los suficientes kVAr para suplir sus propias necesidades y en consecuencia los toman de la red eléctrica. Cuando operan sobrecitados (operación normal) suplen sus requerimientos de kVAr y pueden

además entregar kVAr a la red; en este caso son utilizados como compensadores de bajo factor de potencia.”³⁷

De lo expuesto se deduce que variando la carga de una máquina sincrónica, se puede regular su factor de potencia.

Tener una o más motores síncronos sobreexcitados (cargas en adelanto) en el sistema puede ser útil por las siguientes razones.

- a. Una carga en adelanto (motores síncronos) puede entregar algo de potencia reactiva Q a cargas en atraso cercanas, en lugar de las que deben venir del generador. Puesto que la potencia reactiva no tiene que recorrer la larga y alta resistencia de las líneas de transmisión se reduce y las pérdidas del sistema de potencia son mucho más bajas.
- b. Como las líneas de transmisión llevan menos corriente, pueden ser de menor diámetro, esto reduce el costo del sistema de potencia que son mucho más bajos.
- c. Además, si se necesita que un motor sincrónico funcione con un factor de potencia adelantado, ello significa que el motor debe trabajarse sobreexcitado.

Todo motor de una planta industrial trabaja sobreexcitado de manera rutinaria para lograr la corrección del factor de potencia y para incrementar su momento de desenganche. Sin embargo, el trabajar un motor síncrono sobreexcitado requiere una corriente de campo y un flujo alto, lo cual causa un significativo calentamiento del rotor. El operario debe tener cuidado de no dejar recalentar el embobinado de campo, mirando que no se sobrepase la corriente de campo nominal.

“.....La variación de la carga como método de compensación del factor de potencia no es muy recomendada, ya que no se puede manejar fácilmente la carga, o variar la misma a voluntad.”³⁸

³⁷ PALACIOS, Víctor, Análisis y estudio energético para mejorar la calidad del servicio eléctrico en la fábrica “Textil San Pedro”, Tesis EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, Febrero 2009, p.64

³⁸ BARROS, Wellington, Corrección del factor de potencia en sistemas industriales, Tesis EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, 1981, p.19

1.3.3.2 CONDENSADORES ESTÁTICOS³⁹

Mediante la aplicación de los condensadores estáticos también se puede compensar el factor de potencia de una instalación, resultando un método sencillo y económico.

El condensador estático recibe este nombre, debido a que no tiene partes móviles o desgastables. El método de compensar el factor de potencia por medio de condensadores estáticos, es el más aconsejable para plantas industriales ya que presenta las siguientes ventajas:

- a. Porque un banco de condensadores es un equipo de alto rendimiento 99% o más, para potencias pequeñas, como por lo general tienen las industrias.
- b. Para la operación de un banco de condensadores, no se necesita combustible alguno y la energía eléctrica que consumen a consecuencia de sus pérdidas es muy reducida, generalmente menos de 3 vatios por kVAr.
- c. Su mantenimiento para este tipo de equipo es totalmente nulo, y la eficiencia de los condensadores no disminuye por falta de este.
- d. La conexión del equipo al circuito es sencilla, se los puede hacer directamente a las barras de baja tensión, a la salida de los transformadores.
- e. Es el equipo que más rápidamente se amortiza, como no tiene gasto de operación y mantenimiento se debe reponer solamente la inversión inicial

Los condensadores también presentan las siguientes desventajas:

- a. Cuando la planta está funcionando con pequeñas cargas, pueden aparecer ondas armónicas grandes por estar en resonancia el transformador con los condensadores, causando un calentamiento excesivo en los condensadores, para esto habría que desconectar los condensadores o dejar en el circuito el menor número posible para que no se produzca resonancia.
- b. Cuando un dieléctrico ha sido perforado en el condensador por cualquier motivo, en su interior se produce un cortocircuito, descomponiendo el líquido impregnante, cuyos gases produce la explosión del tanque del condensador, la solución para este caso sería el uso de fusibles rápidos individuales, el cual deberá ser del 170% de la corriente de trabajo del condensador.

Debido a que se tiene más ventajas que desventajas es el método de compensar el factor de potencia mediante banco de condensadores, es el más aconsejable para plantas industriales.

³⁹ Idem., p.20,21

1.3.4 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA MEDIANTE EL USO DE CONDENSADORES

Un condensador es un dispositivo eléctrico formado por dos placas conductoras aisladas y separadas por un dieléctrico. Este dispositivo puede almacenar energía en forma de campo eléctrico.

Los condensadores al conectarse en paralelo a la red eléctrica proveen la potencia reactiva que antes la suministraba la propia red como se observa en la figura 1.7, con lo cual se consigue una disminución de la corriente, por lo tanto ya no es necesario transportar toda la potencia reactiva.

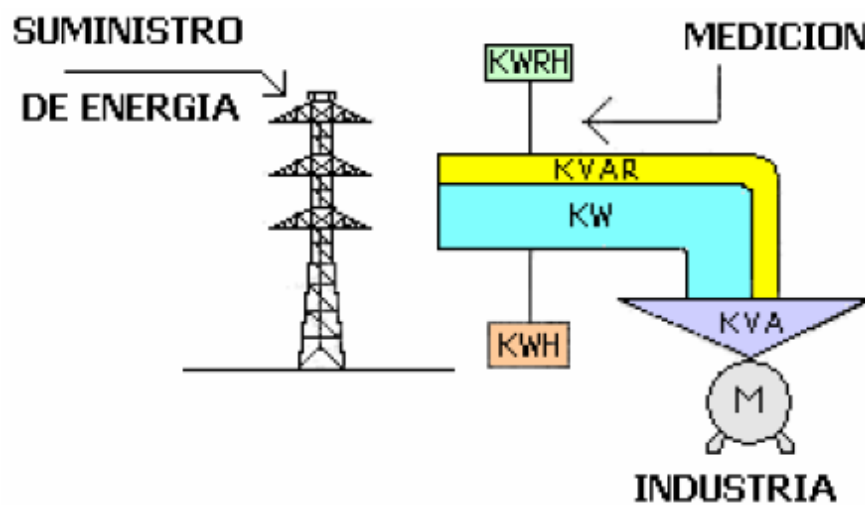


Figura 1.7: Potencia reactiva suministrada por la propia red

Al disminuir la potencia reactiva se consigue mejorar el factor de potencia.

En el triángulo de potencia de la figura 1.8 se puede entender de mejor manera la forma en que los condensadores pueden mejorar el factor de potencia.

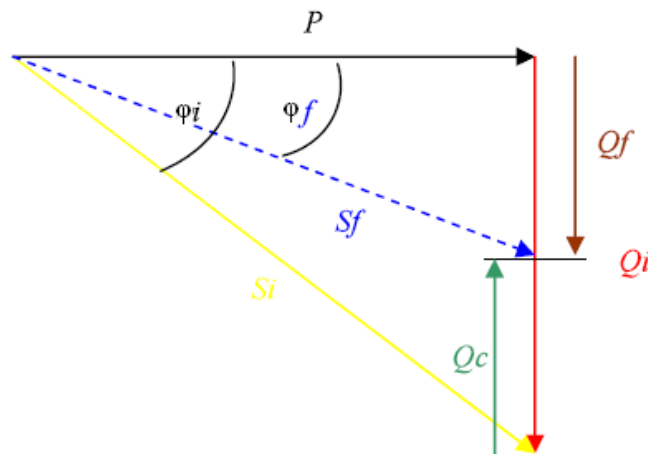


Figura 1.8: Corrección del factor de potencia mediante el uso de condensadores

Donde

P: Potencia activa [W]

Qi: Potencia reactiva inductiva inicial [VAr]

Si: Potencia aparente inicial [VA]

ϕ_i : Factor de potencia inicial

Qc: Potencia reactiva capacitiva [VAr]

Qf: Potencia reactiva inductiva final [VAr]

Sf: Potencia aparente final [VA]

ϕ_f : Factor de potencia final

En la figura 1.8 el ángulo de fase inicial es ϕ_i y el ángulo de fase final es ϕ_f , el ángulo de fase final corresponde al factor de potencia que se desea alcanzar.

El valor de la potencia Qf se ha obtenido restando la potencia Qi de la potencia Qc suministrada por los condensadores.

El proceso para encontrar la capacidad de condensadores que se requieren para mejorar el factor de potencia se la obtiene con la ecuación 1.5:

$$Q_i = P * \tan \phi_i$$

$$Q_f = P * \tan \phi_f$$

$$Q_c = Q_i - Q_f$$

$$Q_c = P(\tan \phi_i - \tan \phi_f) \text{ Ecuación 1.5}^{40}$$

En la figura 1.9 se muestra una carga compleja de una planta industrial representada anteriormente pero con un banco de condensadores de potencia, de reactancia XC instalado en paralelo con la carga global de la planta.

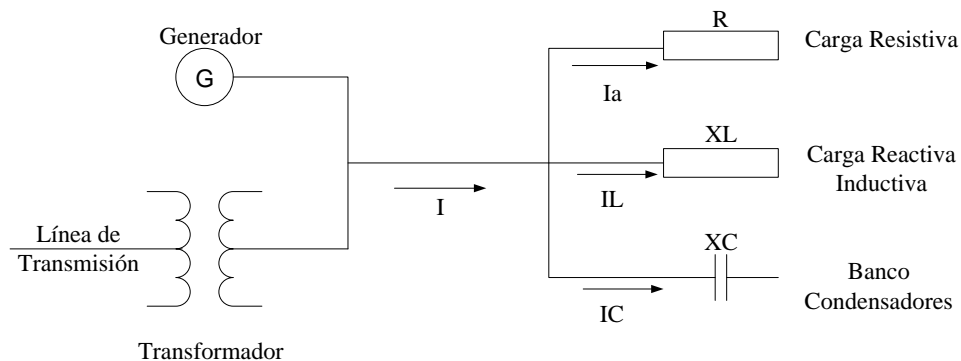


Figura 1.9: Carga real con un banco de condensadores.

En la figura 1.10 se muestra que ya no toda la potencia reactiva es suministrada por la empresa distribuidora, ya que con el banco de condensadores también se puede suministrar potencia reactiva desde la industria de esta manera reduciendo la facturación por exceso de demanda de potencia reactiva.

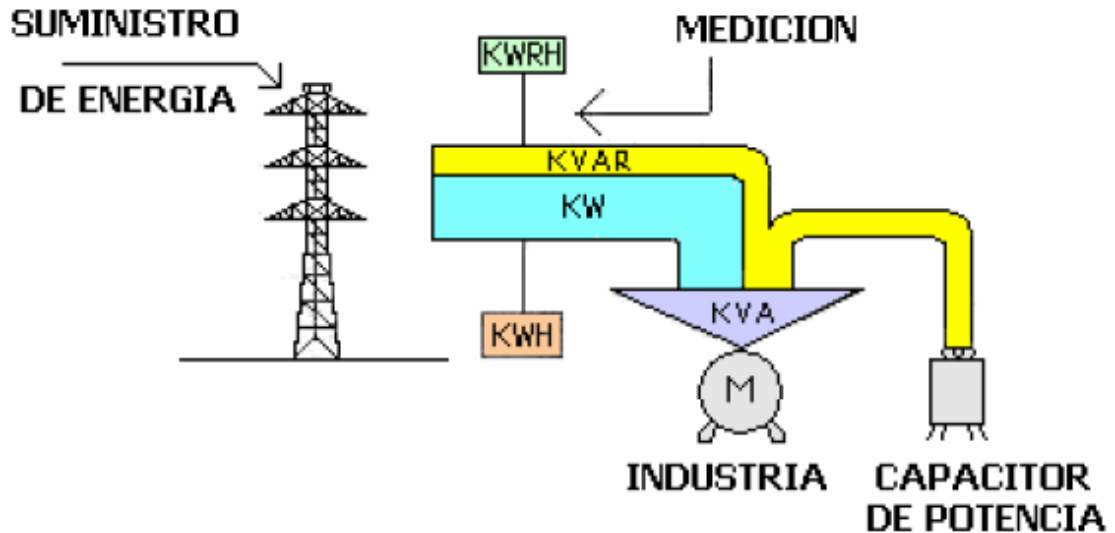


Figura 1.10: Reducción de carga reactiva mediante un banco de condensadores.

En la figura 1.8 se puede ver que añadiendo potencia reactiva de tipo capacitivo Q_c (kVAr), proporcionado por un banco de condensadores conectado en paralelo, el factor de potencia puede acercarse al valor del 100% ($FP = 1$) o a la unidad, tanto como se quiera.

1.3.4.1 FORMAS DE INSTALACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL BANCO DE CONDENSADORES

El banco de condensadores puede ser instalado en distintos puntos del sistema eléctrico de la planta. La compensación de una instalación puede realizarse de diferentes formas:

- Instalación Individual
- Instalación en grupo o por sectores
- Instalación global

En principio, la compensación ideal es aquella que limita el campo de actuación de la energía reactiva al entorno más próximo a su creación. Pero los criterios técnico-económicos determinaran su situación y ubicación.

- El uso de un arrancador proporciona un control semiautomático para los condensadores, por lo que no son necesarios controles complementarios.
- Los condensadores son puestos en servicio solo cuando el motor está trabajando.
- Todas las líneas quedan descargadas de la potencia reactiva.

No obstante, este método presenta las siguientes desventajas:

- El costo de varios condensadores por separado es mayor que el de un condensador individual de valor equivalente.
- Existe subutilización para aquellos condensadores que no son usados con frecuencia, es decir, cuando los motores no son usados con frecuencia.

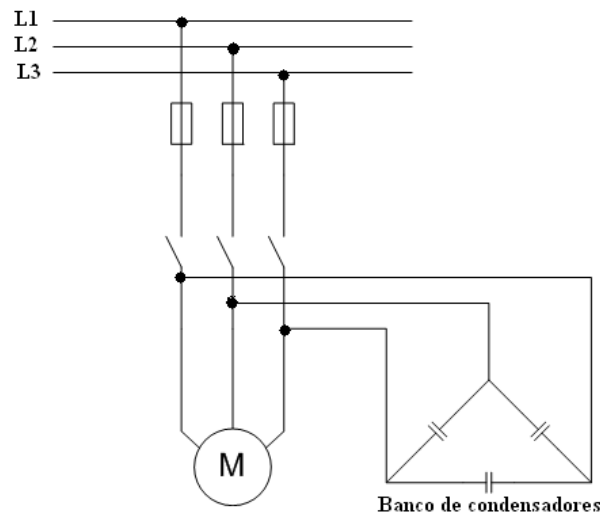


Figura 1.12: Compensación individual en motores

“.....Es importante mencionar que para no incurrir en una sobre compensación en la carga inductiva que provoque alteraciones en el voltaje que puedan dañar la instalación eléctrica, la potencia del banco de condensadores deberá limitarse al 90% de la potencia reactiva del motor en vacío.”⁴¹

1.3.4.1.1.2 Compensación individual en transformadores de distribución

Otro método para corregir el factor de potencia es compensar la potencia reactiva en los transformadores de distribución. La potencia total del banco de condensadores se calcula para compensar la potencia reactiva absorbida por el transformador en vacío, que es del orden del 5 al 10% de la potencia nominal.

⁴¹ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/mendez_s_j/capitulo1.pdf, Corrección del Factor de potencia, p.16

De acuerdo con las normas técnicas para instalaciones eléctricas, con el fin de evitar fenómenos de resonancia y sobretensión en vacío, la potencia total del banco de condensadores no debe exceder el 10% de la potencia nominal (en VA) del transformador.

1.3.4.2 INSTALACIÓN EN GRUPO

Es aconsejable compensar la potencia inductiva de un grupo de cargas, cuando estas se conectan simultáneamente y demandan potencia reactiva constante, o bien cuando se tienen diversos grupos de cargas situados en puntos distintos, como se muestra en la figura 1.13. Este tipo de instalación se adopta generalmente en grandes instalaciones.

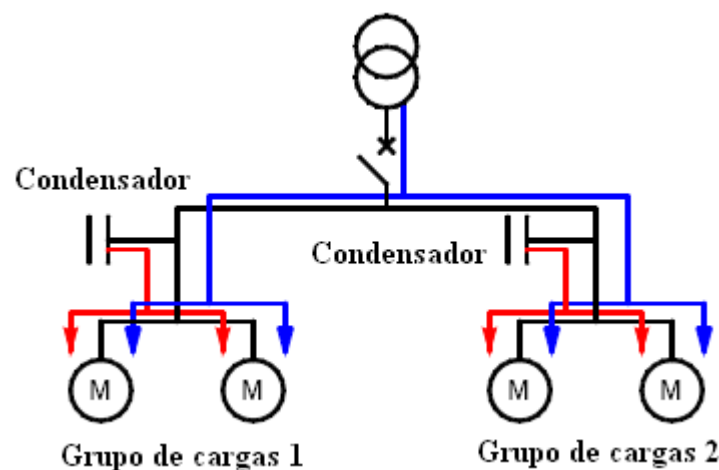


Figura 1.13: Compensación en grupo⁴²

La compensación en grupo presenta las siguientes ventajas:

- Se conforman grupos de carga de diferente potencia pero con un tiempo de operación similar, para que la compensación se realice por medio de un banco de condensadores común con su propio interruptor.
- Los bancos de condensadores pueden ser instalados en el tablero general de control de motores.
- El banco de condensadores se utiliza únicamente cuando las cargas están en uso.
- Se reducen los costos de inversión para la adquisición de banco de condensadores.

⁴² ELECOND. Op. Cit. p.5.pdf

- Es posible descargar de potencia reactiva las diferentes líneas de distribución de energía eléctrica.
- Mantiene un criterio económico al concentrar la compensación de cada sector en las líneas de alimentación principal se presenta la desventaja de que la sobrecarga de potencia reactiva no se reduce, es decir, que seguirá circulando energía reactiva entre el centro de control de motores y los motores, por este motivo no permite una reducción del dimensionamiento de la instalación.
- Presenta la desventaja de riesgo de sobrecompensación, si hay grandes variaciones de carga.

1.3.4.3 INSTALACIÓN GLOBAL O CENTRAL

Este tipo de compensación ofrece una solución generalizada para corregir el factor de potencia ya que la potencia total del banco de condensadores se instala en la acometida, cerca de los tableros de distribución de energía, los cuales, suministran la potencia reactiva demandada por diversos equipos con diferentes potencias y tiempos de operación la ubicación del banco de condensadores se lo puede observar en la figura 1.14:

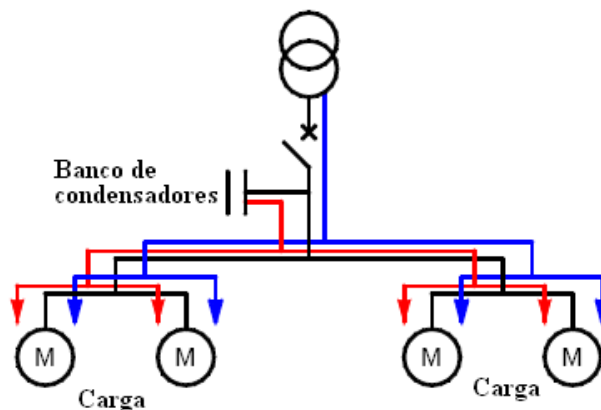


Figura 1.14: Compensación global o central⁴³

La potencia total del banco de condensadores se divide en varios bloques que están conectados a un regulador automático de energía reactiva, que conecta y desconecta los bloques que sean necesarios para obtener el factor de potencia previamente programado en dicho regulador.

La compensación centralizada presenta las siguientes ventajas:

- Mejor utilización de la capacidad de los bancos de condensadores.
- Se tiene una mejora en la regulación del voltaje en sistema eléctrico.

⁴³ ELECOND.Op. Cit, p.4.pdf

- Suministro de potencia reactiva según los requerimientos del momento.
- Es de fácil supervisión.
- Es la alternativa más económica porque toda la instalación se concentra en un lugar.

Las desventajas de corregir el factor de potencia mediante la compensación centralizada, es que las diversas líneas de distribución no son descargadas de potencia reactiva, además, se requiere de un regulador automático el banco de condensadores para compensar la potencia reactiva, según las necesidades de cada momento:

- La corriente reactiva circula por toda la instalación.
- Las pérdidas por calentamiento (Joule) se mantienen y no permite una reducción de su dimensionamiento, aguas debajo de la instalación del banco de condensadores.

1.3.5 TIPOS DE BANCOS DE CONDENSADORES

Para usuarios industriales la compensación de la energía reactiva se puede realizar con:

- Banco de condensadores fijos
- Banco de condensadores automáticos

1.3.5.1 CONDENSADORES FIJOS

En esta configuración se utilizan uno o varios condensadores para obtener la potencia reactiva necesaria. La potencia reactiva suministrada es constante independientemente del estado de carga de la instalación.

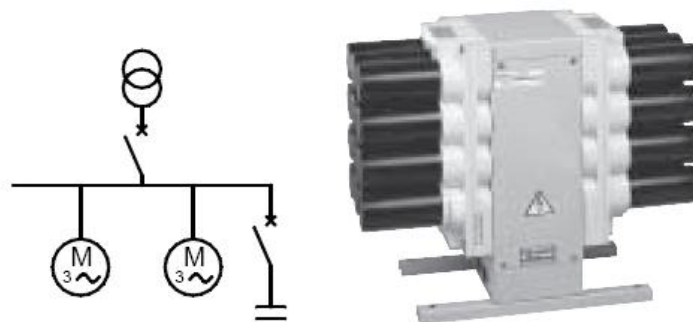


Figura 1.15: Condensadores Fijos⁴⁴

⁴⁴ SCHNEIDERELECTRIC. Guía de diseño de instalaciones eléctricas 08. Capítulo L Mejora del factor de potencia y filtrado de armónicos L8.pdf. www.SchneiderElectric.com

Estos bancos son maniobrados:

- En forma manual mediante interruptores o seccionadores.
- En forma semi-automática por medio de contactores.
- Directamente a bornes del receptor a compensar y maniobrado conjuntamente.

Generalmente, se adopta esta solución en los siguientes casos:

- Instalaciones con carga constante (operaciones continuas).
- Compensación de pérdidas reactivas de transformadores.
- Compensación individual de motores.

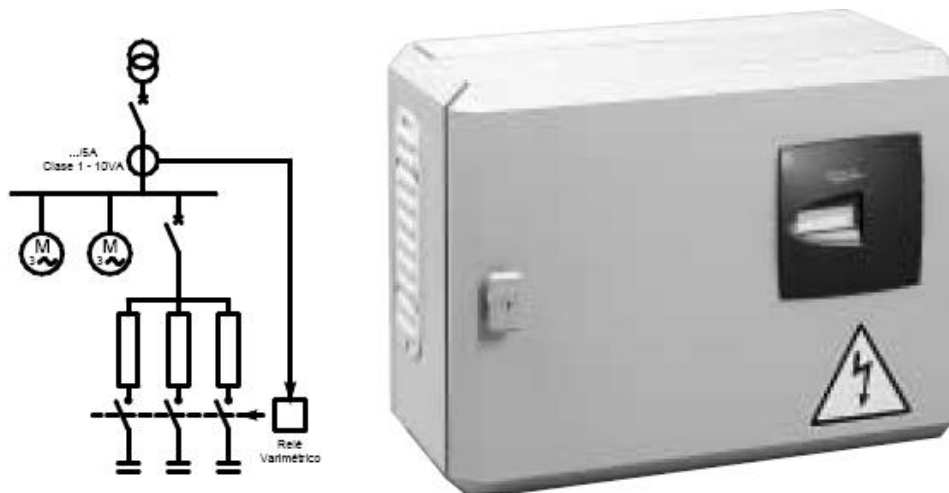
“.....Se podrá realizar compensación fija para uno o varios receptores siempre que funcionen por medio de un único interruptor, es decir simultáneamente. Para compensar la totalidad de la instalación se deberá instalar un equipo automático.”⁴⁵

En la práctica este tipo de condensador fijo se utiliza para la compensación algunos motores y transformadores.

1.3.5.2 BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICOS

La potencia reactiva del banco puede ser regulada de acuerdo a las variaciones del estado de carga de la instalación.

Estos bancos están formados por varios pasos de condensadores conectados en paralelo: el control de estos pasos es realizado por un regulador electrónico incorporado en el banco.



*Figura 1.16: Banco de condensadores automáticos*⁴⁶

⁴⁵ Idem., L8

⁴⁶ SCHNEIDERELECTRIC. Op. Cit, L8.pdf

Estos bancos son usados generalmente en los siguientes casos:

- Instalaciones que presentan variabilidad en su estado de carga.
- Compensación de tableros generales de distribución en baja tensión.
- Bancos de condensadores que superan el 15% de la potencia del correspondiente transformador MT (media tensión) / BT (baja tensión).

Generalmente se instalan en los puntos de una instalación en los que las variaciones de potencia activa o reactiva son importantes, por ejemplo:

- En la cabecera de la instalación en el tablero general.
- En la salida de un cuadro secundario muy cargado.

1.4 IMPORTANCIA DE LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

La corrección del factor de potencia para una instalación eléctrica resulta indispensable ya que si disminuye el factor de potencia ($\cos \phi$), disminuye también el rendimiento de la instalación

CAPÍTULO II

ANÁLISIS, MEDICIONES Y DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA

2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La información de la empresa BANCHISFOOD S.A. cuyos datos son facilitados por los representantes de la misma, servirá para conocer como se encuentra actualmente el sistema eléctrico de la empresa.

2.1.1 DATOS DE LA EMPRESA

La empresa BANCHISFOOD se dedica a la elaboración de *snacks* como: Chifles fritos de varios sabores, Yucas fritas, Maní frito, habas fritas, Cueritos y productos expandidos de maíz y arroz.

Los productos se venden principalmente en Pichincha, a nivel nacional en cadenas de autoservicios y se distribuyen a varias provincias del país.

A nivel internacional, se ha exportada principalmente a Jamaica, Estados Unidos, España, Chile, Canadá e Italia.

El procesamiento se realiza de acuerdo a modernas técnicas industriales bajo la supervisión de especialistas en el área de alimentos, y en modernas instalaciones.

La empresa cuenta con dos secciones principales la de oficinas y la planta en si propiamente dicha, el área de oficinas trabaja de 8:30 am a 17:30 pm mientras que las otras aéreas de pelado, fritura, empaque trabajan en tres turnos que cumplen las 24 horas.

Sus procesos se realizan en cuatro áreas o secciones bien definidas, las cuales se describen a continuación:

2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES QUE CONFORMAN LA EMPRESA

La empresa está distribuida en cuatro áreas principales las mismas que trabajan en forma continua las cuales se explican a continuación:

2.1.2.1 PELADO

Aquí se recibe el racimo o cabeza de plátano verde, en esta área se procede a realizar el pelado del plátano verde como se muestra en la figura 2.1, la carga eléctrica de esta área esta formada por lámparas fluorescentes de 2x40w, el número exacto de estas lámparas se muestra en la tabla 2.1.



Figura 2.1: Área y proceso de pelado

2.1.2.2 FRITURA

Una vez pelado el plátano verde, este es depositado en cubetas y pasa al proceso de fritura, como se muestra en la figura 2.2.

En esta área de fritura como carga eléctrica tenemos cortadoras (motores), reflectores y un extractor de aire caliente, los datos de potencia de estas cargas se muestran con más detalle en la tabla 2.1.



Figura 2.2: Área y proceso de fritura

2.1.2.3 EMPAQUE

Una vez que el producto está frito se procede al empaque como se muestra en la figura 2.3, en esta área como carga eléctrica se tiene las dos máquinas empacadoras que están formadas por una parte neumática y otra eléctrica, un compresor, lámparas fluorescentes, reflectores, los detalles de potencia se muestran en la tabla 2.1.



Figura 2.3: Área y proceso de empaque

2.1.2.4 BODEGA Y DISTRIBUCIÓN

Una vez empacado el producto se procede a almacenar el producto para luego ser distribuido como se muestra en la figura 2.4.



Figura 2.4: Área de bodega y distribución

En esta área se tiene como cargas eléctricas lámparas fluorescentes y reflectores la potencia de las mismas se detalla en la tabla 2.1.

Además existen otras aéreas en la cual también se tiene carga eléctrica como por ejemplo en el área de oficinas, comedor, departamento de producción, patios, todas estas cargas se detallarán en la tabla 2.1.

En el anexo A se muestran los diagramas unifilares del sistema eléctrico de la planta.

2.2 LEVANTAMIENTO DE CARGA Y PARÁMETROS ELÉCTRICOS

2.2.1 LEVANTAMIENTO DE CARGA

En las distintas aéreas de la empresa se tiene cargas como motores, lámparas fluorescentes, computadoras, reflectores, etc.; que se muestra en la tabla 2.1.

Área	Carga	#	P. Uni W	P. Total W
Pelado	Fluorescentes 2x40	7	80	560
	Luces de emergencia	2	20	40
	Balanza electrónica	1	10	10
	Toma especial para Motor 1/2HP	1	373	373
Fritura	Motores 1/2HP	4	373	1492
	lámparas de mercurio halogenado	2	400	800
	reflectores	2	500	1000
	Motor extractor de aire caliente	1	560	560
Empaque	Fluorescentes 2x40	7	80	560
	Fluorescente 1x40	1	40	40
	lámparas de mercurio halogenado	1	400	400
	Empacadora TECMAR	1	735	735
	Empacadora INDUMAK	1	735	735
Bodega 1	Fluorescentes 2x40	6	80	480
Bodega 2	Foco ahorrador	12	24	288
	Computadora	1	300	300
	Impresora	1	120	120
Cuarto-transfe	Fluorescente 1x40	1	40	40
	Bomba de agua 3/4HP	1	560	560
Sala Capacita	Televisor	1	125	125
	Fluorescentes 2x40	2	80	160
	Foco	1	100	100
Bodega aceite	Reflector	1	500	500
Bodega aceite	lámparas de mercurio halogenado	1	400	400
Talle Eléctrico	Fluorescente 2x40	2	80	160
	Fluorescente	1	40	40
	Esmeril DW756 (5/8HP)	1	466	466
	Taladro	1	650	650

	Amoladora	1	2300	2300
	Suelda	1	5000	5000
Laboratorio	Fluorescente 2x40	1	80	80
	Bomba de agua	1	560	560
Cocina-comedor	Refrigeradora	1	300	300
	Televisor	1	65	65
	Dispensador jugo	1	40	40
	Ventilador	2	40	80
	Fluorescentes 2x20	8	40	320
	Ventilador pedestal	1	130	130
Producción	Fluorescentes 2x40	3	80	240
	Fluorescentes 1x20	4	20	80
	Televisor	1	85	85
	Computadora	1	300	300
	Radio	1	45	45
	Ventilador	1	40	40
	Impresora	1	120	120
Oficinas	Fluorescentes 3x40	18	120	2160
	Fluorescentes 3x20	5	60	300
	computadoras	14	300	4200
	Calefactor	1	1500	1500
	Dispensador de agua	1	500	500
	Impresoras	7	300	2100
	Equipo de sonido	1	256	256
	Microondas	1	1100	1100
	Aspiradora	1	400	400
	UPS	1	800	800
PATIOS	lámparas de mercurio halogenado	3	400	1200
GARITA GUAR	Foco ahorrador	1	24	24
	Radio	1	45	45
COMPRESOR	Compresor alta eficiencia 15HP	1	11190	11190
	CARGA TOTAL INSTALADA			47254W

Tabla2.1: Carga instalada

En esta tabla se tiene toda la carga instalada en la empresa, en la misma se muestra la potencias de los diferentes equipos eléctricos, la potencia fue tomada de la placa de características de cada equipo.

2.2.2 LEVANTAMIENTO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Para realizar el levantamiento de parámetros eléctricos se utilizó el equipo **ANALIZADOR DE CARGA FLUKE POWER LOGGER 1735**, la foto del analizador de carga se muestra en la figura 2.5, que fue instalado en el cuarto de transferencia ya que ésta es el área de mayor facilidad para tomar las medidas de los parámetros eléctricos, se instaló desde el día 03 de marzo hasta el día 06 de marzo del 2010, el mismo que permite obtener parámetros como potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, voltaje, corriente, frecuencia, factor de potencia. A continuación se enuncia las características del analizador de carga Fluke 1735:

“.....El estudio de la carga y potencia instalada es una fuente de información de gran utilidad para empresas consumidoras de energía eléctrica en lo que a seguridad, rendimiento y beneficios se refiere. Gracias al estudio de la carga instalada se puede determinar si el sistema de distribución eléctrica de una planta puede admitir nuevas cargas, verificar la capacidad del sistema eléctrico y del cableado, distribuir correctamente la carga entre las tres fases, realizar un seguimiento del factor de potencia y calcular el consumo de energía antes y después de las mejoras para justificar de esta forma las medidas adoptadas para el ahorro de energía.”⁴⁷



Figura 2.5: Power Logger Fluke 1735

⁴⁷ www.fluke.es

2.2.2.1 ANALIZADOR DE CARGA FLUKE 1735

El registrador de potencia Fluke 1735, es el equipo ideal, para realizar estudios de energía y registros básicos de calidad de potencia. El analizador de carga registra una gran variedad de parámetros de potencia eléctrica, armónicos y captura los sucesos de voltaje. Tal y como se puede ver en la figura 2.6.



Figura 2.6: Analizador de carga Power Logger Fluke 1735

2.2.2.1.1 CARACTERÍSTICAS

- Disponible como instrumento de una sola fase o tres fases.
- Tres canales de voltaje y cuatro de corriente.
- Prolongada capacidad de históricos.
- Grabación de armónicos de corriente y voltaje.
- Presentación simultanea de todos los parámetros de potencia para la estimación rápida.
- Comunicación RS232.

2.2.2.1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Marca: FLUKE

Fabricación: Americana

Medida de voltaje:

- 3fases Triángulo: 57/66/110/120/127/220/230/240/260/277/347/380/400/417/480 VAC.
- 3fases Delta: 100/115/190/208/220/380/400/415/450/480/600/660/690/720/830 VAC.

2.2.3 ANÁLISIS DE RED ELÉCTRICA

2.2.3.1 SUMINISTROS DE ENERGÍA

2.2.3.1.1 RED PÚBLICA

El suministro eléctrico principal proviene desde la red pública de la Empresa Eléctrica Quito S.A a través de un transformador trifásico sumergido en aceite y ubicado en torre, con los siguientes datos que se muestra en la tabla 2.2.

DATOS DEL TRANSFORMADOR	
POTENCIA:	30KVA
NUMERO DE FASES:	3
VOLTAJE PRIMARIO:	22.8KV
VOLTAJE SECUNDARIO:	220 / 127V
CORRIENTE NOMINAL:	78 / 136A

Tabla2.2: Datos del transformador

2.2.3.1.2 ENERGÍA AUXILIAR

El suministro de energía eléctrica auxiliar o de emergencia para abastecer a toda la carga instalada en la empresa BANCHISFOOD, se lo obtiene de un grupo electrógeno (generador eléctrico) trifásico que funciona con un motor mecánico de combustión a diesel, con las características eléctricas nominales que muestra la tabla 2.3.

DATOS DE PLACA DEL GENERADOR	
POTENCIA:	35KVA - 36KW
NUMERO DE FASES:	3
VOLTAJE DE SALIDA:	220 / 127V
CORRIENTE NOMINAL:	118A

Tabla2.3: Datos de placa del generador

2.2.4 ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

En las siguientes tablas se muestran los valores mínimos, máximos y promedios de los principales parámetros eléctricos obtenidos durante los tres días de medición, para lo cual se procedió a instalar el equipo en el cuarto de transferencia donde se ubica el tablero principal, el equipo instalado se muestra en la figura 2.8.

Se toma mediciones de los diferentes parámetros eléctricos durante todo el período de medición en este caso desde las **11:53am (inicio de medición de parámetros eléctricos) del 03 de marzo del 2010 que es el día en que se instaló el equipo de medición, hasta las 07:38am (último registro de parámetros eléctricos) del 06 de marzo del 2010** en el cual se retiró el equipo de medición, a un intervalo de cinco minutos cada una.



Figura 2.8: Conexión del analizador de carga Power Logger Fluke 1735 al sistema eléctrico

Una vez obtenido estas mediciones mediante el analizador de carga, se hace un análisis más minucioso con la ayuda del software Fluke 1735 el mismo que permite obtener los resultados de los parámetros eléctricos durante cualquier día y hora del período total de medición. Una vez seleccionado los datos del nuevo período de análisis mediante el software Fluke 1735 estos se pasan a una hoja de Excel como se muestra en la figura 2.9.

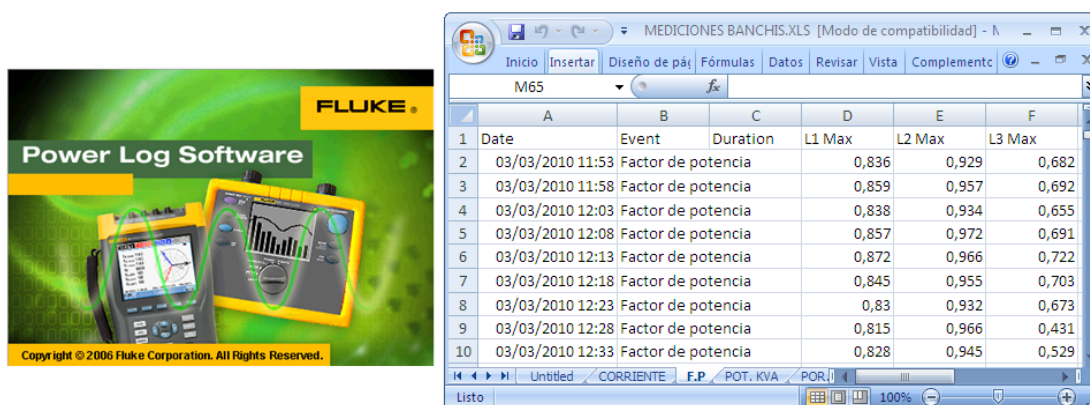


Figura 2.9: Software Fluke 1735 y los datos en una hoja de Excel

El período de análisis va desde las **06:03am del 04 de marzo hasta las 06:03 del 05 de marzo del 2010** con un total de 289 mediciones durante este nuevo período, como se muestra en la figura 2.10, se realiza este análisis debido a que en este periodo todas las áreas van a estar en operación, ya que en el periodo total de medición del 03 al 06 de marzo se toma en cuenta las madrugadas y noches donde no todas las áreas se encuentran trabajando.

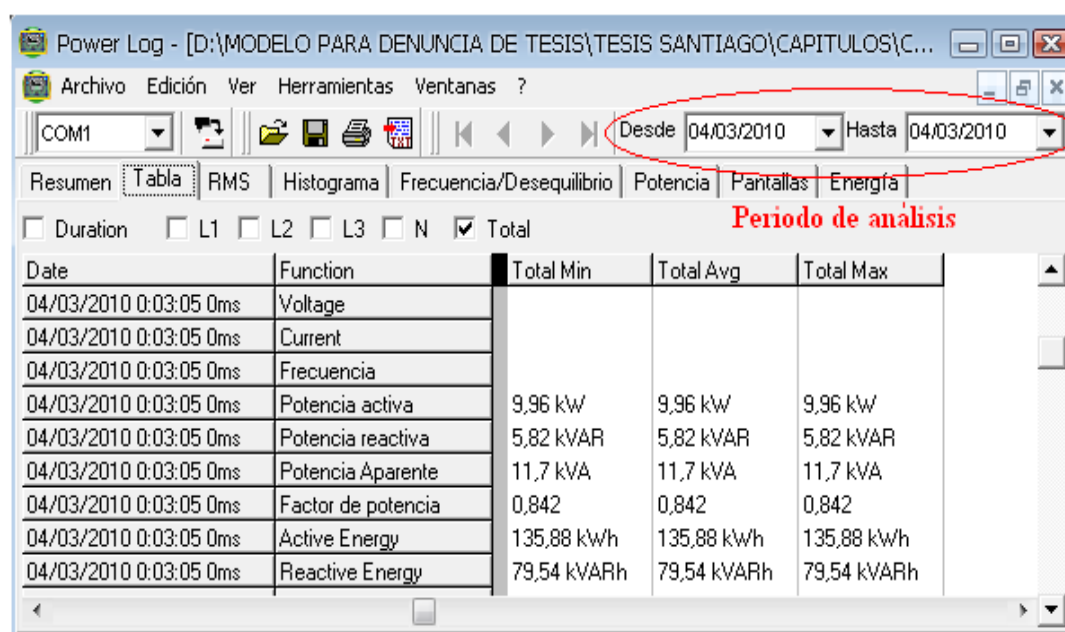


Figura 2.10: Análisis de carga mediante el software Fluke 1735

2.2.4.1 ANÁLISIS DE POTENCIA APARENTE EN (kVA)

2.2.4.1.1 POTENCIA (kVA) DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN

MEDIDAS TOTALES DE POTENCIA EN kVA			
DESDE			03/03/2010 11:53
HASTA			06/03/2010 7:38
#: MEDICIONES			814
		VA	kVA
POT. TOTAL	PROMEDIO	10297,37	10,30
	MAXIMO	21390,00	21,39
	MINIMO	1230,00	1,23

Tabla2.4: Mediciones de potencia aparente en kVA

En el anexo B, se muestra la gráfica del comportamiento de la potencia aparente, durante todo el período de medición.

2.2.4.1.2 POTENCIA (kVA) DURANTE UN DÍA LABORABLE

MEDIDAS DE POTENCIA kVA EN UN DÍA LABORABLE			
DESDE			04/03/2010 6:03
HASTA			05/03/2010 6:03
#: MEDICIONES			289
		VA	kVA
POT. TOTAL	PROMEDIO	10179,65	10,18
	MAXIMO	21390,00	21,39
	MINIMO	3150,00	3,15

Tabla2.5: Mediciones de potencia aparente en kVA durante un día de trabajo

2.2.4.2 ANÁLISIS DE POTENCIA REACTIVA EN (kVAr)

2.2.4.2.1 POTENCIA (kVAr) DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN

MEDIDAS TOTALES DE POTENCIA EN kVAr			
DESDE			03/03/2010 11:53
HASTA			06/03/2010 7:38
#: MEDICIONES			814
		VAr	kVAr
POT. TOTAL	PROMEDIO	4953,80	4,95
	MAXIMO	9930,00	9,93
	MINIMO	420,00	0,42

Tabla2.6: Mediciones de potencia reactiva en kVAr

Los datos obtenidos indican que la potencia promedio reactiva requerida de la empresa BANCHISFOOD hacia la Empresa Eléctrica Quito (E.E.Q) es de 4,95 kVAr. Tomando en cuenta que este valor es de todo el período de medición. Pero habrá horas en la cual la empresa necesitará de una potencia reactiva máxima de 9,93 kVAr, de la misma manera en el período de tiempo en análisis se necesitará de una potencia mínima de 0,42 kVAr. En el anexo B se muestra las curvas de potencia reactiva.

2.2.4.2.2 POTENCIA (kVAr) DURANTE UN DÍA LABORABLE

MEDIDAS DE POTENCIA kVAr EN UN DÍA LABORABLE			
DESDE			04/03/2010 6:03
HASTA			05/03/2010 6:03
#: MEDICIONES			289
		VAr	kVAr
POT. TOTAL	PROMEDIO	4836,85	4,84
	MAXIMO	9930,00	9,93
	MINIMO	420,00	0,42

Tabla2.7: Mediciones de potencia reactiva en kVAr durante un día de trabajo

2.2.4.3 ANÁLISIS DE POTENCIA ACTIVA EN (kW)

2.2.4.3.1 POTENCIA ACTIVA DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN

En la tabla 2.8 se muestra la potencia activa consumida o demandada por la empresa durante todo el período de medición. Las gráficas de la potencia activa se pueden observar en el anexo B.

MEDIDAS TOTALES POTENCIA ACTIVA kW			
DESDE			03/03/2010 11:53
HASTA			06/03/2010 7:38
#: MEDICIONES			814
		W	KW
POT. TOTAL	PROMEDIO	8696,31	8,70
	MAXIMO	18840,00	18,84
	MINIMO	930,00	0,93

Tabla2.8: Mediciones de potencia activa en kW

Se puede observar que la demanda máxima es de 18,84 kW.

2.2.4.3.2 POTENCIA ACTIVA DURANTE UN DÍA LABORABLE

MEDIDAS DE POTENCIA kW EN UN DIA LABORABLE			
DESDE			04/03/2010 6:03
HASTA			05/03/2010 6:03
#: MEDICIONES			289
		W	kW
POT. TOTAL	PROMEDIO	8597,23	8,60
	MAXIMO	18840,00	18,84
	MINIMO	3030,00	3,03

Tabla2.9: Mediciones de potencia activa en kW durante un día de trabajo

2.2.4.4 ANÁLISIS DE VALORES DEL FACTOR DE POTENCIA (FP)

2.2.4.4.1 FP DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN

En la tabla 2.10 se puede ver que el factor de potencia promedio es 0.84 muy por debajo de los límites permitidos, tomando en cuenta que estos valores son de todo el período de medición.

En el anexo B se pueden observar las curvas del factor de potencia en todo el período de medición.

MEDIDAS TOTALES DEL FACTOR DE POTENCIA			
DESDE			03/03/2010 11:53
HASTA			06/03/2010 7:38
#: MEDICIONES			814
	PROMEDIO		0,84
F.P	MAXIMO		0,98
	MINIMO		0,61

Tabla2.10: Mediciones del factor de potencia

2.2.4.4.2 F.P DURANTE UN DÍA LABORABLE

MEDIDAS DEL F.P EN UN DIA LABORABLE			
DESDE			04/03/2010 6:03
HASTA			05/03/2010 6:03
#: MEDICIONES			289
	PROMEDIO		0,85
F.P	MAXIMO		0,98
	MINIMO		0,69

Tabla2.11: Mediciones del factor de potencia durante un día de trabajo

Mediante los datos y curvas obtenidas por el analizador de carga se puede observar que, el valor más bajo de factor de potencia se produce desde la 6:00am hasta las 22:00pm debido a que en este período de tiempo la planta se encuentra funcionando al 100% y por ende requiere de un mayor suministro de potencia reactiva.

2.3 FACTURACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA

Para esto se facilitaron las últimas doce últimas planillas o facturas de consumo eléctrico como se observa en el anexo C, con la cual se realizó una tabla en la que especifica la demanda de potencia en kW, la penalización por bajo factor de potencia expresado en \$ (dólares USD), el factor de potencia, y el consumo total del servicio eléctrico en \$ (dólares USD), el consumo total de energía en kWh. Estos valores se muestran en la tabla 2.12

FACTURA GRANDES CLIENTES SUMINISTRO 943788-6 BANCHISFOOD S.A					
Periodo de consumo desde hasta	Demanda [KW]	Consumo Total de Energía [Kwh]	F.P	Penalizacion [\$]	Subtotal servicio electrico [\$]
2009/11/24-2009/12/24	19	4426	0,9	7,75	356,55
2009/12/28-2010/01/26	21	4739	0,88	16,61	382,04
2010/01/26-2010/02/26	17	6015	0,86	31,55	483,74
2010/02/26-2010/03/25	18	4582	0,87	20,52	377,53
2010/03/25-2010/04/26	16	5546	0,87	23,94	440,5
2010/04/26-2010/05/25	17	5151	0,88	18	413,95
2010/05/25-2010/06/24	18	5442	0,88	18,66	429,14
2010/06/24-2010/07/26	16	4282	0,89	11,6	355,67
2010/07/26-2010/08/25	17	4009	0,89	10,88	333,65
2010/08/25-2010/09/24	17	4714	0,89	12,25	375,65
2010/09/24-2010/10/25	17	3915	0,89	10,69	327,84
2010/10/25-2010/11/25	17	4303	0,89	11,86	363,8

Tabla2.12: Datos de facturación eléctrica de la empresa BANCHISFOOD S.A.

Como se pudo observar en la tabla 2.12 estos valores se tomaron de la planilla de consumo eléctrico de la empresa. El dato de facturación eléctrica expresado en dólares.

2.4 PENALIZACIÓN

Cuando el factor de potencia tenga un valor inferior a 0.92, el suministrador de energía eléctrica tendrá derecho a cobrar al usuario una penalización o cargo.

“.....La penalización por bajo factor de potencia será igual a la facturación mensual correspondiente a: consumo de energía, demanda, pérdidas en transformadores y comercialización multiplicada por el siguiente factor:

$$Bfp = \left(\frac{0,92}{fpr} \right) - 1$$

Donde:

= Factor de penalización por bajo factor de potencia

= Factor de potencia registrado”⁴⁹

“.....Art. 27.- Cargos por bajo factor de potencia.- Para aquellos consumidores a los cuales el Sistema de Medición fijado por el Consejo Nacional de Electricidad,

⁴⁹ Empresa Eléctrica “Quito” S.A. Pliego Tarifario Vigente Periodo de Consumo: 1 al 30 de septiembre 2009

CONELEC, considere la medición de energía reactiva, el distribuidor registrará mensualmente el factor de potencia.

Aquellos clientes que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0,92, la facturación total mensual será recargada en un factor igual a la relación por cociente entre 0,92 y el factor de potencia registrado.

Cualquiera sea el tipo de consumidor, cuando el valor medido del factor de potencia fuese inferior a 0,60, el distribuidor en, previa notificación, podrá suspender el servicio eléctrico hasta tanto el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.”⁵⁰

Por ejemplo para el caso de la planilla de consumo eléctrico del mes desde 2010/02/27 que presenta la mayor penalización por bajo factor de potencia se tiene:

$$Bfp = \left(\frac{0,92}{fpr} \right) - 1$$

$$Bfp = \left(\frac{0,92}{0,86} \right) - 1$$

$$Bfp = 0,0697674$$

El factor de penalización se multiplica por los valores de demanda, comercialización, consumo total en kWh lo que da:

$$PENALIZACION.BAJO.FACTOR.POTENCI = (71,09 + 1,41 + 379,69) * (0,0697674)$$

$$PENALIZACION.BAJO.FACTOR.POTENCIA = 31,548$$

Este valor se puede observar en la figura 2.11, el mismo que es igual al calculado \$ 31,55

INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:		
Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)		
Punto de entrega: Baja Tension		
Concepto		Valor
DEMANDA	17 Kw	71.09
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.86	31.55
COMERCIALIZACION		1.41
CONSUMO 07h - 22h	3920Kwh	266.56
CONSUMO 22h - 07h	2095Kwh	113.13
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO		483.74

Figura 2.11: Planilla de consumo eléctrico del período 2010-02-27

⁵⁰ Codificación del reglamento de tarifas eléctricas Decreto Ejecutivo No. 2713 de 7 de junio de 2009

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL BANCO DE CONDENSADORES

3.1 INTRODUCCIÓN

Con el *ANALIZADOR DE CARGA FLUKE POWER LOGGER 1735*, completamente digital se han conseguido datos de los parámetros eléctricos como: potencia aparente (S), potencia reactiva (Q), potencia activa (P), factor de potencia (FP), además se han obtenido las curvas del comportamiento de los parámetros eléctricos que se muestran en el anexo B del capítulo II; esto se ha logrado mediante el software del equipo del analizador de carga que permaneció tomando mediciones, durante un período de tiempo que va desde el 03 de marzo al 06 de marzo del 2010.

Con todos estos parámetros eléctricos y los datos obtenidos en el levantamiento de carga presentado en el capítulo II, se procederá al diseño del banco de condensadores y al cálculo del valor de los condensadores en kVAr, que permitirá realizar la corrección del factor de potencia.

Los datos que desplegó el analizador de carga se muestran en la tabla 3.1, que es la pantalla del software *Power Logger* del analizador de carga. De esta manera el analizador de carga toma mediciones de los parámetros eléctricos, cada cinco minutos; los mismos que facilitarán el análisis al obtener una mayor información de las variaciones de los parámetros eléctricos. El analizador de carga se colocó a las 11:53 am del 03 de marzo hasta las 7:38 am del 06 de marzo del 2010, teniendo un total de 7324 mediciones.

De acuerdo al manual de operación del analizador de carga, para el registro de la demanda de energía activa (kWh) y energía reactiva (kVArh) se medirá dentro de un período que está definido por:

“.....La demanda se puede registrar definiendo el período promedio en el menú de configuración como de 1, 2, 5, 10, 30 segundos o 1, 5, 10, 15 minutos, lo que produce un registro de promedios consecutivos. Esto se conoce como demanda de bloque.”⁵¹

⁵¹ FLUKE CORPORATION, 1735 Power Logger Manual de Uso, Marzo 2006, p. 19, pdf, www.fluke.com

Entonces el analizador de carga, al momento de establecer el período de medición automáticamente se configurará el tiempo acumulado para la lectura de energía activa y energía reactiva; estos períodos de tiempo acumulados se pueden observar en el anexo D. Como en el analizador de carga se configuró en un período de tiempo de cinco minutos por cada medición, el tiempo acumulado de registro es de 15 días (360horas).

Date	Function	Total Min	Total Avg	Total Max
03/03/2010 11:53:05 Oms	Potencia activa	10,8 kW	10,8 kW	10,8 kW
03/03/2010 11:53:05 Oms	Potencia reactiva	6,42 kVAR	6,42 kVAR	6,42 kVAR
03/03/2010 11:53:05 Oms	Potencia Aparente	12,87 kVA	12,87 kVA	12,87 kVA
03/03/2010 11:53:05 Oms	Factor de potencia	0,816	0,816	0,816
03/03/2010 11:53:05 Oms	Active Energy	901,93 Wh	901,93 Wh	901,93 Wh
03/03/2010 11:53:05 Oms	Reactive Energy	538,43 VARh	538,43 VARh	538,43 VARh
03/03/2010 11:58:05 Oms	Potencia activa	8,82 kW	8,82 kW	8,82 kW
03/03/2010 11:58:05 Oms	Potencia reactiva	3,93 kVAR	3,93 kVAR	3,93 kVAR
03/03/2010 11:58:05 Oms	Potencia Aparente	10,08 kVA	10,08 kVA	10,08 kVA
03/03/2010 11:58:05 Oms	Factor de potencia	0,836	0,836	0,836
03/03/2010 11:58:05 Oms	Active Energy	1,64 kWh	1,64 kWh	1,64 kWh
03/03/2010 11:58:05 Oms	Reactive Energy	869,70 VARh	869,70 VARh	869,70 VARh
03/03/2010 12:03:05 Oms	Potencia activa	9,48 kW	9,48 kW	9,48 kW
03/03/2010 12:03:05 Oms	Potencia reactiva	5,49 kVAR	5,49 kVAR	5,49 kVAR
03/03/2010 12:03:05 Oms	Potencia Aparente	11,34 kVA	11,34 kVA	11,34 kVA
03/03/2010 12:03:05 Oms	Factor de potencia	0,809	0,809	0,809
03/03/2010 12:03:05 Oms	Active Energy	2,44 kWh	2,44 kWh	2,44 kWh
03/03/2010 12:03:05 Oms	Reactive Energy	1,33 kVARh	1,33 kVARh	1,33 kVARh
03/03/2010 12:08:05 Oms	Potencia activa	7,8 kW	7,8 kW	7,8 kW
03/03/2010 12:08:05 Oms	Potencia reactiva	2,88 kVAR	2,88 kVAR	2,88 kVAR
03/03/2010 12:08:05 Oms	Potencia Aparente	8,73 kVA	8,73 kVA	8,73 kVA
03/03/2010 12:08:05 Oms	Factor de potencia	0,84	0,84	0,84
03/03/2010 12:08:05 Oms	Active Energy	3,09 kWh	3,09 kWh	3,09 kWh
03/03/2010 12:08:05 Oms	Reactive Energy	1,58 kVARh	1,58 kVARh	1,58 kVARh

Tabla3.1: Datos desplegados en la pantalla del software Power Logger del analizador de carga

Una vez obtenidos estos datos se procedió a seleccionar parámetros eléctricos como: potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia. Estos datos se tomaron del periodo de 6:03 am del 04 de marzo a 6:03 am del 05 de marzo (24 horas), para ser analizados y poder determinar cuanta potencia reactiva requiere la empresa y cómo varía el factor de potencia a diferentes horas del día. Estas mediciones se las realizó en un intervalo de cinco minutos cada una, teniendo como resultado 289 mediciones en este período de tiempo.

Cuando se utiliza un instrumento de medición (analizador de carga) para el diseño del banco de condensadores se debe tomar en cuenta:

“.....A partir de mediciones. Efectuar distintas mediciones aguas abajo del disyuntor general de protección con la instalación en las condiciones de carga habituales. Los datos a medir deben ser los siguientes: Potencia activa (kW), Potencia reactiva (kVAr), Factor de potencia (Cos Ø). A partir de estos datos elegir el cos Ø medio de la instalación.”⁵²

De esta manera se seleccionarán los datos recomendados a partir de mediciones, los cuales se muestran en el anexo E, los mismos que permitirán realizar los cálculos correspondientes para determinar la potencia reactiva requerida para realizar la corrección del factor de potencia.

El resumen del anexo E, se muestra en la tabla 3.2 en la cual se presentan valores medios, máximos, mínimos de potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia.

	P (W)	Q (VAr)	CosØ
MEDIO	8597,23	4836,85	0,85
MÁXIMO	18840	9930	0,98
MÍNIMO	3030	420	0,69

Tabla3.2: Valor medio, máximo, mínimo de potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia tomados del anexo E

⁵² SCHNEIDERELECTRIC. Compensación de Energía Reactiva y Filtrado de Armónicos Baja y Media Tensión Catalogo – Tarifa, Diciembre 2006, p. 1/8. pdf. www.merlengerin.es

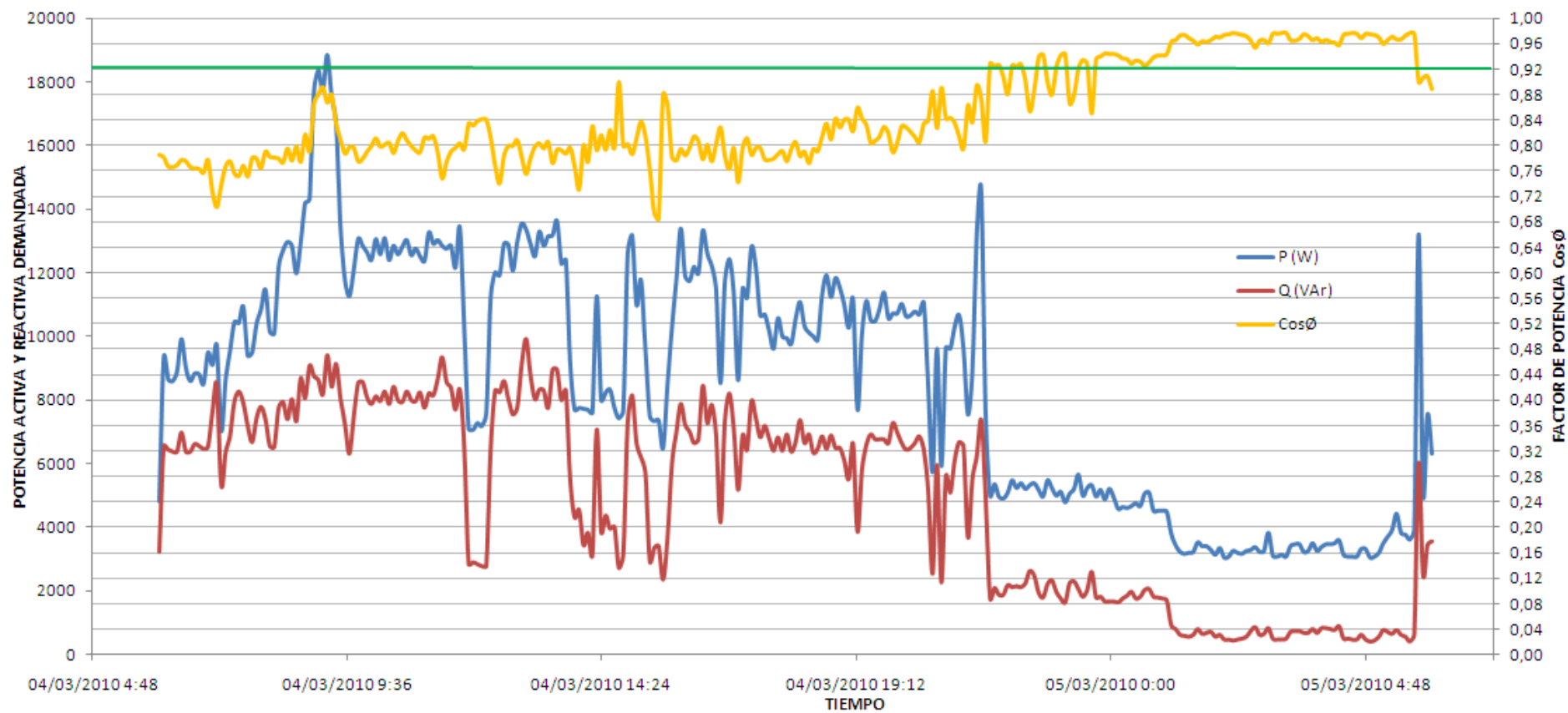


Figura 3.1: Curva de potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia en el periodo de 6:03 am del 4 de marzo a 6:03 am del 5 de marzo del 2010

En la figura 3.1 se muestra la curva de la potencia activa y potencia reactiva demandada, además se muestra la curva del factor de potencia desde las 6:03 am del 04 de marzo a las 6:03 am del 05 de marzo del 2010, esta curva se obtiene mediante los datos del anexo E; cabe mencionar que las curvas se obtuvieron con valores totales de potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia proporcionados por el analizador de carga.

Además se puede observar cómo el factor de potencia va variando en el período de tiempo de análisis, aquí el factor de potencia presenta valores por debajo del límite permitido (0,92) lo cual implica una penalización. En el lapso de 6:03 am a 23:33 pm del 04 de marzo (período uno) se tiene un factor de potencia mínimo de 0,69 lo cual indica una mayor demanda de potencia reactiva.

Mientras que a partir de las 23:43 pm del 04 de marzo hasta las 5:43 am del 05 de marzo (período dos) se presentan valores de factor de potencia por encima de 0,92 llegando a tener un factor de potencia máximo de 0,98 dando lugar a una menor demanda de potencia reactiva debido a que se tiene una disminución de la demanda de carga. En este período de tiempo solo funcionan las luminarias de los patios exteriores de la empresa y por ende hay una menor demanda de potencia reactiva y potencia activa.

3.2 DISEÑO DEL BANCO DE CONDENSADORES TRIFÁSICO

Con los parámetros eléctricos que se adquirieron con el analizador de carga mostrados en el anexo E: los valores de potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia se procederá a realizar el diseño del banco de condensadores para la corrección del factor de potencia en la Empresa BANCHISFOOD S.A.

Estos parámetros permitirán seleccionar el tipo de banco de condensadores a utilizar, es decir, si se va a utilizar una compensación fija o una compensación variable automática; además se podrá seleccionar el valor de la potencia reactiva en kVAr del banco de condensadores, esta selección dependerá de la curva de carga, de la demanda de potencia reactiva y del factor de potencia de la empresa.

3.2.1 CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA EN kVAr PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Este cálculo permitirá obtener el valor de los kVAr necesarios para no tener penalizaciones por un bajo factor de potencia y obtener beneficios técnicos-económicos. A continuación se muestra el proceso para obtener el valor de la potencia reactiva necesaria que corregirá el factor de potencia.

Con los datos obtenidos por el analizador de carga mostrados en el anexo E, se procederá a calcular los kVAr necesarios en el período de tiempo de análisis (6:03 am del 04 de marzo a 6:03 am del 05 de marzo). Con la ayuda de la ecuación 1.5 mostrada en el capítulo I, se obtendrán los kVAr necesarios que requiere la planta para corregir el factor de potencia y no incurrir en penalizaciones.

Los datos a utilizar para obtener la potencia reactiva expresada en VAr (voltamperios reactivos) son: la potencia activa en vatios (P), el $\cos\phi$ inicial (tomado por el analizador de carga), el ángulo ϕ inicial y el ángulo ϕ final ($\cos\phi$ final deseado 0,98 debido que para el cálculo se necesitará el ángulo ϕ este es igual a 0,20 expresado en radianes).

En la tabla 3.3 se muestran valores calculados de potencia reactiva (Q_c) necesarios para corregir el factor de potencia los mismos que fueron tomados del anexo F, del periodo de tiempo de 6:03 am del 04 de marzo a 6:03 am del 05 de marzo del 2010 para asegurar un factor de potencia que se acerque lo más posible a 0,98 logrando así de esta manera no incurrir en penalizaciones.

HORA	P_{TOTAL} (W)	$\cos\phi_{TOTAL}$	ϕ inicial	ϕ final	Q_c (VAr) = $P(\tan\phi_i - \tan\phi_f)$
04/03/2010 6:03	4800	0,79	0,67	0,20	2800,75
04/03/2010 7:03	9090	0,73	0,75	0,20	6689,49
04/03/2010 8:03	11460	0,79	0,66	0,20	6536,93
04/03/2010 9:03	18360	0,88	0,49	0,20	6131,56
04/03/2010 10:03	12390	0,80	0,64	0,20	6776,60
04/03/2010 11:03	12360	0,81	0,62	0,20	6342,32
04/03/2010 12:03	7260	0,84	0,58	0,20	3234,25
04/03/2010 13:03	12900	0,78	0,67	0,20	7696,10
04/03/2010 14:03	7710	0,80	0,64	0,20	4196,84
04/03/2010 15:03	10980	0,81	0,62	0,20	5662,73

04/03/2010 16:03	11730	0,80	0,65	0,20	6507,30
04/03/2010 17:03	11490	0,80	0,65	0,20	6374,16
04/03/2010 18:03	10530	0,81	0,63	0,20	5594,88
04/03/2010 19:03	10260	0,84	0,57	0,20	4517,12
04/03/2010 20:03	11010	0,83	0,59	0,20	5134,43
04/03/2010 21:03	10290	0,84	0,58	0,20	4664,62
04/03/2010 22:03	5070	0,88	0,49	0,20	1693,19
04/03/2010 23:03	5100	0,94	0,34	0,20	781,41
05/03/2010 0:03	4920	0,94	0,34	0,20	720,58
05/03/2010 1:03	4470	0,94	0,34	0,20	654,68
05/03/2010 2:03	3330	0,97	0,25	0,20	158,39
05/03/2010 3:03	3090	0,98	0,22	0,20	62,01
05/03/2010 4:03	3450	0,97	0,26	0,20	222,81
05/03/2010 5:03	3180	0,97	0,25	0,20	151,26
05/03/2010 6:03	6300	0,89	0,48	0,20	1965,74

Tabla3.3: Valores calculados de Qc que se necesitarán para mejorar el factor de potencia

Entonces según la tabla 3.3, a las 6:03 am se necesitará una potencia reactiva de 2.8 kVAr que asegurará un factor de potencia de 0,98; a las 9:03 am se necesitará una potencia reactiva de 6 kVAr. Se determina entonces que la potencia reactiva necesaria para compensar el factor de potencia es totalmente variable y por ende se necesitará de un banco de condensadores automático que suministre potencia reactiva según las necesidades de la planta.

En la tabla 3.4 se muestra un resumen del anexo F (valores calculados de la potencia reactiva necesaria), en el cual se presenta valores medios, máximos y mínimos de todas las 289 mediciones realizadas por el analizador de carga en el período de tiempo de análisis del 6:03 am del 04 de marzo al 6:03 am del 05 de marzo del 2010.

	$Q_c \text{ (VAr)} = P(\tan\phi_i - \tan\phi_f)$
MEDIO	4080,30
MÁXIMO	8848,07
MÍNIMO	46,51

Tabla3.4: Valores medios, máximos y mínimos de potencia reactiva calculada

En la figura 3.2 se muestra la potencia reactiva requerida que se obtuvo mediante los datos del anexo F.

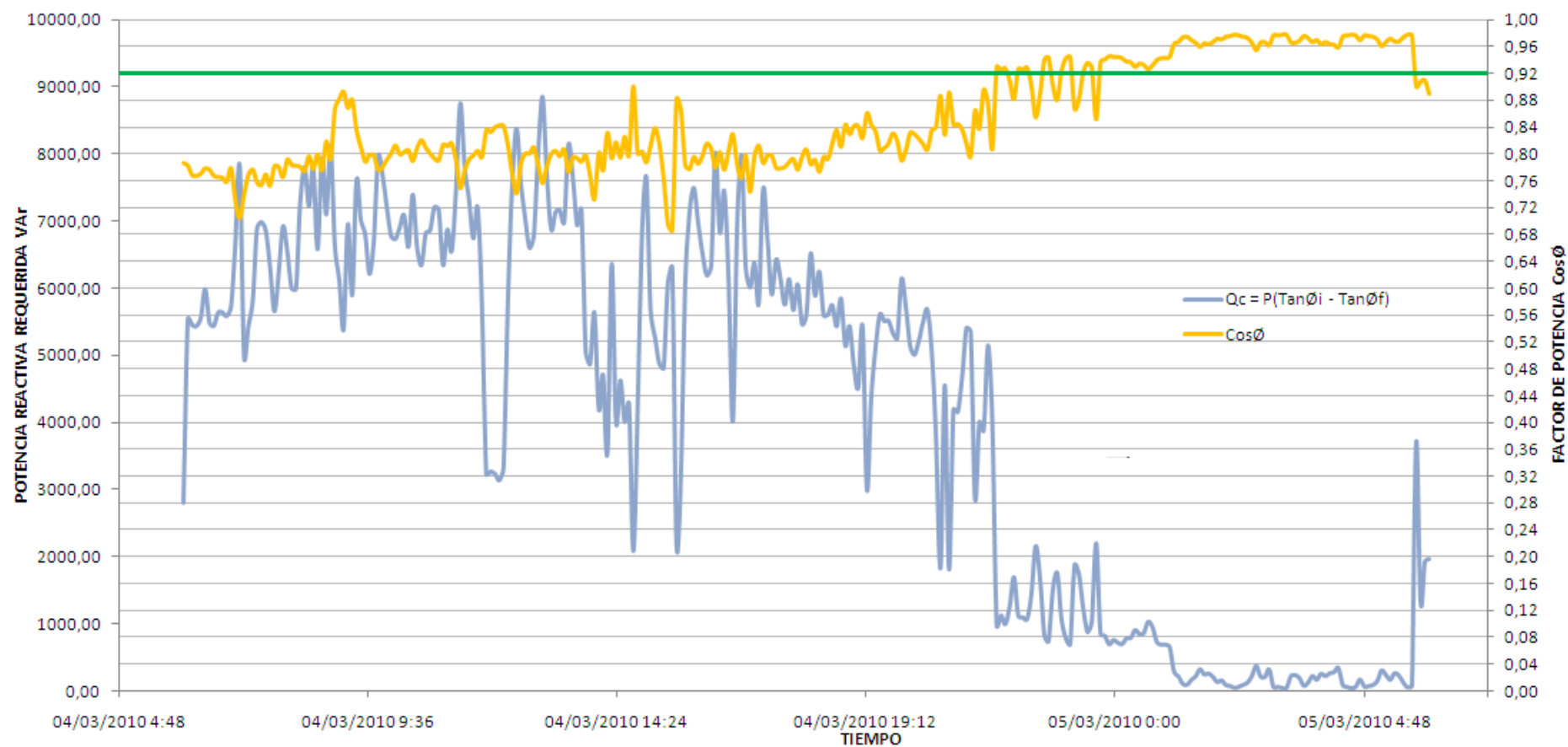


Figura 3.2: Curva de potencia reactiva calculada requerida en función del tiempo (6:03 am del 4 de marzo a 6:03 am del 5 de marzo del 2010)

3.2.2 SELECCIÓN DEL TIPO DEL BANCO DE CONDENSADORES

La potencia reactiva a compensar es totalmente variable de acuerdo a los cálculos del anexo F, con los datos de la tabla 3.4 se procederá a realizar la selección del tipo de compensación ya sea éste fijo o automático con lo que se realizará la corrección del factor de potencia.

3.2.2.1 ANÁLISIS TÉCNICO

Los datos expuestos en la tabla 3.4 son los kVAr necesarios por día de trabajo (24 horas), estos datos están expresados de la siguiente manera:

- Demanda mínima de potencia reactiva 46,51 VAr/día
- Demanda máxima de potencia reactiva 8848 VAr/día
- Demanda media de potencia reactiva 4080 VAr/día

Estos son los valores necesarios de potencia reactiva que necesitará la planta para no incurrir en penalizaciones mediante un banco de condensadores.

Cuando la demanda de potencia reactiva es mínima tal como se muestra en el anexo F en el período de tiempo de 23:03 pm del 04 de marzo al 05:48 am del 05 de marzo, se presenta un factor de potencia por encima de 0,92 lo cual hace que en este período se obtenga un factor de potencia cercano a la unidad; debido a que no hay cargas que demanden de potencia reactiva. Estos valores se presentan en todo el período de análisis del 03 de marzo al 06 de marzo, por ende si se alimenta con potencia reactiva máxima o media se tendrá siempre una sobrecompensación; por tal motivo no es necesario ningún tipo de compensación en este período (23:03 pm del 04 de marzo al 05:48 am del 05 de marzo).

Al realizar una compensación con los 8848 VAr de demanda máxima como se muestra en la figura 3.3a; en este caso se tendrá una sobrecompensación durante todo el día ya que esta potencia reactiva no es requerida durante todo el período de análisis, por ejemplo: en el período donde se demande de potencia reactiva media se tendría una sobrecompensación y solo en el período donde se tenga una demanda de potencia reactiva máxima se la estará compensando.

Si se aplica una compensación fija con 4080 VAr ésta se adaptará a la demanda de potencia reactiva media que hay en la empresa, pero con la desventaja de que en

ciertas horas el sistema eléctrico de la planta se encontraría sobrecompensada y subcompensada como se muestra en la figura 3.3b.

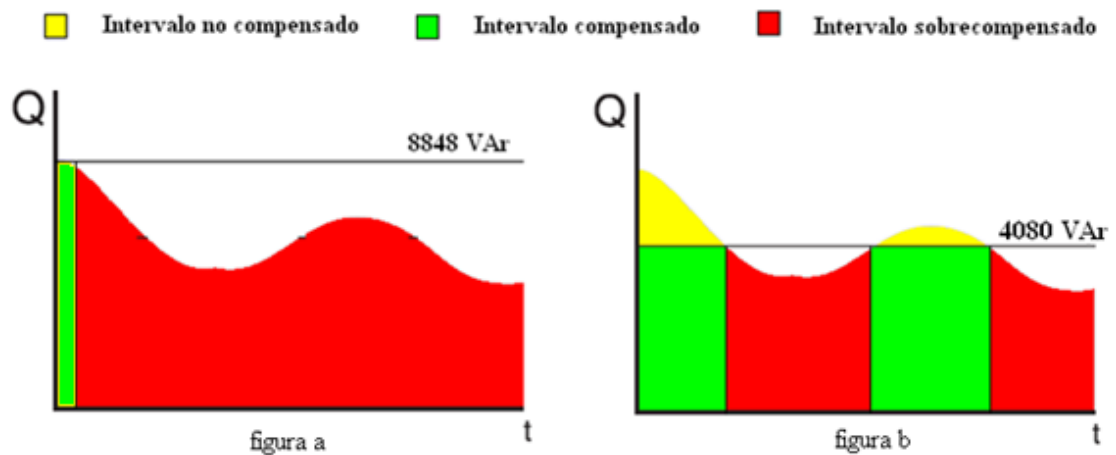


Figura 3.3: Compensación fija

Debido a que se compensará una instalación en la que la potencia reactiva a compensar tiene muchas fluctuaciones, se analizará la utilización de una compensación que se adapte en cada momento a las necesidades de potencia reactiva de la instalación, es decir, a la demanda de kVAr.

Para conseguir esto se analizará la utilización de un banco de condensadores automático.

“.....Un banco de condensadores automático esta formadas básicamente por: Controlador de factor de potencia, Condensadores, Contactores. El controlador detectará las variaciones en el factor de potencia, y en función de estas fluctuaciones actuará sobre los contactores permitiendo la entrada o salida de los condensadores necesarios”⁵³

En la figura 3.2 se pudo observar que la curva de demanda de potencia reactiva calculada con los datos del anexo E es totalmente variable, utilizando el concepto de compensación automática y aplicando en el diseño del banco de condensadores automático, se pretenderá entregar a cada momento del día la potencia reactiva necesaria que requiere el sistema eléctrico de la empresa, evitando de este modo una sobrecompensación o una subcompensación.

⁵³ SCHNEIDERELECTRIC, Capitulo 2 Compensación de Energía Reactiva, 2007, p. 2/15, pdf, www.SchneiderElectric.com

De esta forma se necesitará una potencia reactiva de 8848 kVAr o una de valor al inmediato superior en este caso de 9 kVAr, el mismo que permitirá asegurar un factor de potencia de 0,98 cuando se tenga una carga máxima; la cual se lo realizará mediante tres condensadores en paralelo de 3kVAr. Se utilizará para el diseño un banco de condensadores de 3 pasos (1:1:1), es decir, se tendrá un banco de condensadores automático de tres pasos de 3 kVAr cada uno, ya que al conectar cada paso se completará los 9 kVAr requeridos. Se seleccionarán condensadores trifásicos de este valor, puesto que en el mercado no existen de menor capacidad, por ende a mayor número de pasos el ajuste es más fino; dado que cada paso del condensador es más pequeño permitiendo lograr un valor lo más cercano a 0,98 entonces cada vez que el controlador de factor de potencia detecte un bajo factor de potencia mandará una señal a los contactores; permitiendo suministrar potencia reactiva de acuerdo a las necesidades de la planta como se muestra en la figura 3.4. En el caso de que el controlador de factor de potencia detecte un factor de potencia normal es decir mayor a 0,92 no accionará ningún contactor lo cual asegurará que no se produzca una sobrecompensación al momento que se tiene una demanda de carga mínima en el cual se requiere de una mínima potencia reactiva.

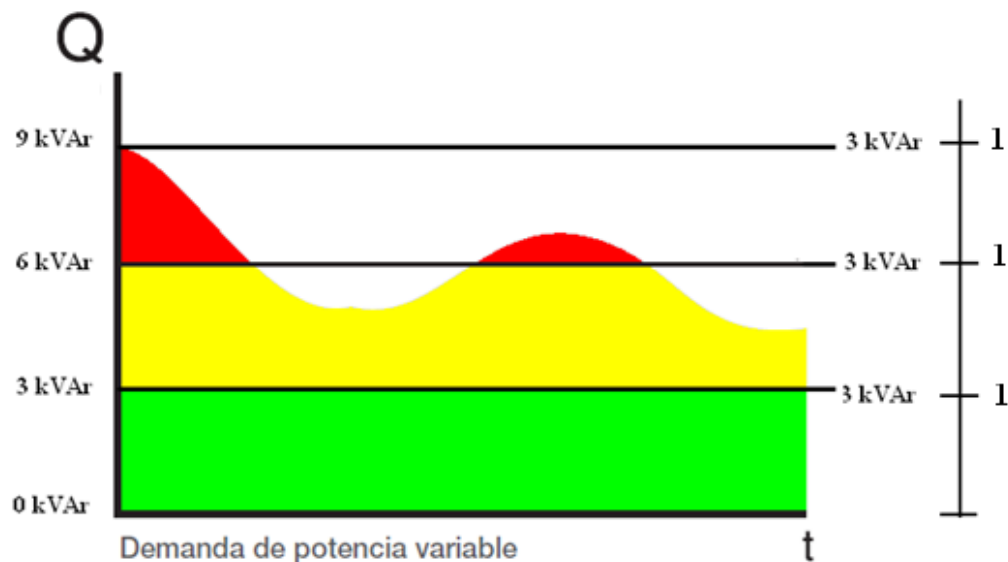


Figura 3.4: Compensación automática de tres pasos (1:1:1)

Cuando se presente una demanda mínima de carga se requerirá de un valor de potencia reactiva mínima debido a que el factor de potencia es cercano a la unidad por consiguiente el controlador de factor de potencia necesitará del ajuste del parámetro C/K (sensibilidad) el cual presenta un valor de 0.1 a 1. Por ejemplo: si se fija un valor de C/K de 0,66 el condensador de 3 kVAr actuará únicamente cuando

los requerimientos de potencia reactiva excedan los 2 kVAr ($0,66 \cdot 3000 \approx 2$); esto asegurará que cuando se presente una demanda de carga mínima no se produzca una sobrecompensación. Además el controlador de factor de potencia al detectar un factor de potencia mayor al fijado dejará automáticamente de entregar potencia reactiva al sistema eléctrico de la planta.

El ajuste del parámetro C/K permitirá el accionamiento de los pasos siguientes, una vez accionado el primer paso y si el controlador de factor de potencia detecta un $\cos\phi$ medio, accionará el siguiente paso y se tendrá una potencia reactiva de 6 kVAr. De igual manera cuando el controlador de factor de potencia detecte un valor de $\cos\phi$ mínimo accionará el siguiente paso suministrando los 9 kVAr. Finalmente se logrará que en cualquier momento del día se tenga un factor de potencia lo más cercano a 0,98.

3.2.2.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

De acuerdo al análisis técnico realizado, la compensación automática es la más conveniente para la empresa BANCHISFOOD por todos sus beneficios técnicos; además porque el sistema de compensación automática satisface las necesidades de potencia reactiva variable del sistema eléctrico de la planta

Por tal motivo el análisis económico servirá para determinar si el diseño realizado (Diseño de un Banco de Condensadores para la Corrección del Factor de Potencia) es conveniente, o si se seguirá pagando las penalizaciones a la Empresa Eléctrica Quito por una demanda de potencia reactiva. Este análisis se lo realizará en el Capítulo IV (debido a que en este capítulo se analizará el estudio técnico-económico), por ende en este numeral solo se mencionará los métodos para evaluar proyectos. El análisis económico debe considerar los costos y beneficios que se derivarán del proyecto y se los valorará para determinar si su ejecución es o no conveniente.

“.....Este análisis económico, desde el punto de vista empresarial, es esencial porque permitirá saber si se recuperará o no la inversión y si se pueden pagar los costos de operación y mantenimiento que aseguren la continuidad del proyecto.”⁵⁴ Debido a esto se hace muy necesario este tipo de análisis para conocer los métodos que permitirán evaluar el proyecto.

⁵⁴ www.T%2011051%20CAPITULO%203.pdf.com

3.2.2.2.1 MÉTODOS BÁSICOS PARA EVALUAR PROYECTOS

Este análisis sintetiza toda la información que el proyecto requerirá para que a través del estudio y análisis de métodos para evaluar proyectos, se pueda decir si el proyecto se aprueba o no.

“.....Los métodos básicos, tradicionales, para evaluar decisiones económicas son los siguientes:

- *Valor Presente Neto / Valor Actual Neto (VPN).*
- *Tasa Interna de Retorno (TIR).*
- *Relación Beneficio-Costo (B/C).*
- *Período de Recuperación de la Inversión.”*⁵⁵

3.2.2.2.1.1 VALOR PRESENTE VP

“.....Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. El valor presente se utilizará para traer a valor presente una serie de anualidades constantes que se pagan en un lapso de tiempo definido y se determina con la siguiente expresión:

$$VP = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Donde:

VP: es el valor presente

A: es la anualidad que se requiere traer a valor presente

i: es la tasa de inversión anual

*n: es el periodo de años”*⁵⁶

3.2.2.2.1.2 VALOR PRESENTE NETO VPN

“.....El valor presente neto es el valor presente de un conjunto de flujos de efectivo futuros menos su costo de inversión.

$$VPN = VP - CI$$

⁵⁵ CRUZ, Osáin, Evaluación Económica y Financiera de Proyectos, Noviembre 2007, p.22, www.google.com

⁵⁶ OLIVERA, Jesús, Análisis Económico de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica, Evaluación de Proyectos, USB, Caracas, 2007

Donde:

VPN: Valor presente neto

VP: Valor presente

CI: Costos de inversión”⁵⁷

3.2.2.2.1.3 TASA INTERNA DE RETORNO TIR

“.....La tasa interna de retorno es un método para la evaluación financiera de proyectos que iguala el valor presente de los flujos de caja esperados con la inversión inicial. La tasa interna de retorno equivale a la tasa de interés producida por un proyecto de inversión con pagos (valores negativos) e ingresos (valores positivos) que ocurren en períodos regulares. . Matemáticamente se expresa, como la tasa K requerida para que la siguiente expresión sea cero:

$$VPF_i = \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+K)^j} - F_0 = 0$$

F_0 = Inversión Inicial
 F_j = Flujos netos por período
 K = Tasa de descuento
 j = Período

También se define como la tasa (TIR), para la cual el valor presente neto es cero, o sea aquella tasa (TIR), a la cual el valor presente de los flujos de caja esperados (ingresos menos egresos) se iguala con la inversión inicial.”⁵⁸

3.2.2.2.1.4 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)

“.....Consiste en obtener la razón entre los beneficios actualizados del proyecto y los costos actualizados del proyecto a una misma tasa de interés.

$$RCB = \frac{B}{C} = \frac{\text{BENEFICIOS DEL PROYECTO}}{\text{COSTOS DEL PROYECTO}}$$

Se aceptan proyectos con una relación mayor que uno”⁵⁹

⁵⁷ CORREA, Oscar, Estudio de Reconfiguración y Optimización de los Alimentadores de la Subestación Machala Perteneciente a la Corporación Nacional de Electricidad S.A-Regional el Oro, Tesis UPS Facultad de Ingeniería Eléctrica, Cuenca, Mayo,p.110

⁵⁸ CRUZ, Osáin, Op. Cit, p. 28

⁵⁹ CRITERIOS EVALUACIÓN, Indicadores Económicos para el Análisis de Proyectos, www.criteriosevaluacion.com

3.2.2.2.1.5 PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

“.....Para determinar el periodo de recuperación del capital (RC), se cuantifica el valor de la inversión inicial total del estudio, es decir los costos y los beneficios, con lo cual mediante la siguiente relación se determina el tiempo.

$$RC = \frac{Co}{Bi} \quad Co: Inversión Inicial \quad Bi: beneficios totales^{60}$$

3.2.3 ELECCIÓN DEL TIPO DE BANCO A UTILIZAR

Aunque los dos sistemas de compensación fija y automática son válidos; para la compensación de la energía reactiva, de acuerdo al análisis técnico se procedió a seleccionar un **banco de condensadores automático trifásico** debido a que es el que más conviene para las características del sistema eléctrico de BANCHISFOOD, además porque es el que se ajusta a la demanda de potencia reactiva variable que existe en la empresa.

El banco de condensadores automático es una opción ideal, dado que, al tener un controlador de factor de potencia estará conectando y desconectando, mediante los contactores, a los condensadores trifásicos conforme sea necesario y se mantendrá un valor de factor de potencia lo más cercano al prefijado, para el caso de la empresa BANCHISFOOD de 0,98.

3.3 COMPONENTES DEL BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO

Un equipo de compensación automático debe ser capaz de adecuarse a las variaciones de potencia reactiva de la instalación; para conseguir y mantener el CosØ objetivo de la instalación. Un equipo de compensación automático está constituido por 4 elementos principales:

- El controlador de factor de potencia
- Elementos externos del controlador de factor de potencia
- Los condensadores
- Los contactores

3.3.1 CONTROLADOR DE FACTOR DE POTENCIA

“.....Cuya función es medir el $\cos \phi$ de la instalación y dar las órdenes a los contactores para intentar aproximarse lo más posible al $\cos \phi$ objetivo, conectando los distintos escalones de potencia reactiva.”⁶⁰ Entonces el controlador de factor de potencia medirá el factor de potencia inicial ($\cos \phi$ inicial) de la instalación y dará las órdenes a los contactores para intentar aproximarse lo más posible al $\cos \phi$ objetivo (0,98) conectando los distintos escalones (pasos) de potencia reactiva, evitando de este modo una sobrecompensación o una subcompensación. De acuerdo al diseño se necesitará de una potencia reactiva total de 9 kVAr lo cual se conseguirá mediante tres condensadores de 3 kVAr cada uno.

Se seleccionará el controlador de factor de potencia del menor número de pasos, de acuerdo a los catálogos de la marca LOVATO, se escogerá el modelo DCRK5 que es el que posee el menor número de pasos, en la figura 3.5 se muestra una foto del controlador automático de factor de potencia.



Figura 3.5: Controlador automático para Corrección de Factor de Potencia modelo DCRK5⁶¹

3.3.1.1 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR

Los datos principales a programar según Schneiderelectric son:

“.....Los datos a programar en un controlador son los siguientes:

- El $\cos \phi$ deseado en la instalación.
- La relación C/K (sensibilidad).

⁶⁰ SCHNEIDERELECTRIC. Op. Cit. p. 1/20

⁶¹ LOVATOELECTRIC, 17Reguladores Automáticos para Corrección de Factor de Potencia, p. 2.pdf, www.Lovatoelectric.com

Estos datos son únicos para cada instalación y no se pueden programar de fábrica.

Qué es el C/K El controlador es el componente que decide la entrada o salida de los distintos escalones de potencia en función de 3 parámetros: El $\cos\phi$ que se desea en la instalación. El $\cos\phi$ que existe en cada momento en la instalación. La intensidad del primer escalón (que es el que marca la regulación mínima del banco de condensadores).

La entrada de intensidad al regulador se efectúa siempre a través de un TI (transformador de intensidad de corriente) de relación X/5. Para que el controlador pueda tomar la decisión de conectar o desconectar un escalón debe saber cuál va a ser la intensidad reactiva que va a introducir en la instalación, y esta intensidad debe estar referida al secundario del TI ya que es el valor que el controlador lee.

La forma de programar este valor es lo que se conoce como C/K y su fórmula es la siguiente:

$$\frac{C}{K} = \frac{Q1/(\sqrt{3} * V)}{R_{TI}}$$

Donde:

C/K = sensibilidad

Q1= potencia reactiva del primer escalón (VAr).

V = tensión FF (fase-fase).

RTI = relación TI (X/5).⁶²

3.3.1.1.1 AJUSTE DEL $\cos \phi$

Este valor es el $\cos \phi$ objetivo, el que permitirá obtener un factor de potencia adecuado para no incurrir en penalizaciones. Para el caso de la empresa BANCHISFOOD este valor será de 0,98.

3.3.1.1.2 CÁLCULO DEL C/K (SENSIBILIDAD)

El controlador de factor de potencia necesitará un segundo ajuste, que es el de sensibilidad, para lo cual se debe conocer el valor del primer escalón en kVAr y la relación de transformación de corriente del cual toma la señal.

El ajuste del C/K se lo consigue con la ecuación expuesta en el numeral 3.3.1.1, para lo cual se tiene los siguientes datos: Q1 = 3KVAR y V = 220V

⁶² SCHNEIDERELECTRIC, Op, Cit, p. 1/22

RTI = de la tabla 2.2 del capítulo II se obtiene la corriente del secundario del transformador que es de 78A a 220V, se procederá a determinar en catálogos el transformador de corriente que existe en el mercado y se tiene uno de 80A entonces la relación es $80/5 = 16$

$$\frac{C}{K} = \frac{Q1/(\sqrt{3} * V)}{R_{TI}}$$

$$\frac{C}{K} = \frac{3000/(\sqrt{3} * 220)}{16}$$

$$\frac{C}{K} = 0,49$$

Entonces cuando se fije el valor de C/K de 0,49 el condensador de 3 kVAr actuará únicamente cuando los requerimientos de potencia reactiva excedan los 1.5 kVAr ($0,49 * 3000 \approx 1.5$), esto asegurará que si se presenta una demanda de carga mínima no se produzca una sobrecompensación. Además el controlador de factor de potencia al detectar un factor de potencia mayor al fijado dejará automáticamente de entregar potencia reactiva al sistema eléctrico de la planta.

3.3.1.1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL MENÚ BÁSICO DEL CONTROLADOR DE FACTOR DE POTENCIA DCRK5

Los parámetros a introducir en el controlador de factor de potencia son:

P.01 - Corriente primario TC

Es el valor de la corriente del secundario del transformador al cual está conectado el sistema eléctrico de la planta BANCHISFOOD S.A.

P.02 - kVAr del paso más pequeño

Potencia nominal en kVAr del paso más pequeño en este caso el valor será de 3 kVAr.

P.03 - Tensión nominal del condensador

Tensión nominal (de placa) de los condensadores.

P.04 - Tiempo de reconexión

Tiempo mínimo necesario para la descarga del banco de condensadores antes de poder conectarse nuevamente. Este tiempo se fijará en 60 segundos, de esta manera tendrán que pasar 60 segundos para que pueda conectarse nuevamente.

P.05 Sensibilidad

“.....La sensibilidad es un coeficiente que permite regular la velocidad de intervención del controlador. Con una baja sensibilidad se logra una corrección rápida del FP, pero con un alto número de maniobras, mientras que con una sensibilidad alta se logra una corrección del factor de potencia lenta pero con un número bajo de maniobras de conexión y desconexión. El valor de la sensibilidad representa el tiempo que el controlador toma para conectar una potencia reactiva demandada equivalente al paso más pequeño. Para demandas mayores el tiempo será menor en una relación inversamente proporcional.”⁶³

Esto quiere decir que mientras se tenga una mayor demanda de potencia reactiva el tiempo que el controlador toma para conectar una potencia reactiva será menor (tiempo de conexión más rápida). Cuando se tenga una menor demanda de potencia reactiva el tiempo que toma el controlador para conectar una potencia reactiva será mayor (tiempo de conexión más lenta). Por ejemplo: si se ajusta un tiempo de 60 segundos por paso. En este caso, con el condensador más pequeño de 3kVAr y con una demanda del sistema de 9kVAr para corregir el $\cos\phi$, el regulador esperará $60/3 = 20$ segundos antes de dar inicio a la operación de conectar el condensador.

P.06 LED 1.....n Coeficiente de paso

“.....El coeficiente de paso es la relación entre la potencia de cada paso y la potencia del paso más pequeño, cuyo valor se ajusta en P.02. Si un paso tiene potencia igual a la del paso más pequeño, su coeficiente será 1, mientras que si es el doble será 2 y así hasta un valor máximo de 16, con el ajuste de 0 el paso queda deshabilitado y se considera como no usado por el controlador. Los últimos 2 relés del controlador pueden utilizarse como pasos normales o como relé de alarma o de comando de ventilación”⁶⁴; estos dos últimos relés se lo puede observar en la figura 3.6.

Con lo expuesto anteriormente se tiene que el banco de condensadores para la empresa BANCHISFOOD S.A tendrá un coeficiente de paso de 1, debido a que los tres pasos son del mismo valor 3 kVAr.

⁶³ LOVATOELECTRIC, Reguladores Automáticos de Factor de Potencia DCRK, p. 3-4, www.LovatoElectric.com

⁶⁴ LOVATOELECTRIC. Op. Cit, p. 3-4

PARÁMETROS QUE SE INTRODUCIRÁ AL CONTROLADOR DE FACTOR DE POTENCIA DCRK5

De acuerdo a lo expuesto en el numeral anterior los parámetros que se deberán introducir al controlador de factor de potencia DCRK5 son:

- P.01 = 80 (corriente del primario TC)
- P.02 = 3.00 (kVAr del paso más pequeño)
- P.03 = 220 (tensión nominal del condensador)
- P.04 = 60 segundos (tiempo de reconexión)
- P.05 = 20 segundos (sensibilidad)
- P.06 LED 1 = 001 (coeficiente de paso)
- P.06 LED 2 = 001 (coeficiente de paso)
- P.06 LED 3 = 001 (coeficiente de paso)

En el parámetro P.06-123, se introduce la opción 1:1:1 ya que es el número de pasos con el cual contará el banco de condensadores por ende se tendrá un banco de condensadores 9 kVAr de tres pasos y cada paso de 3 kVAr cada uno.

3.3.1.1.4 CONEXIÓN DEL CONTROLADOR AUTOMÁTICO DE FACTOR DE POTENCIA DCRK5

La manera de conectar el controlador de factor de potencia se muestra en la figura 3.6 en la cual se indican las protecciones recomendadas para el controlador de factor de potencia. Este es el diagrama que se empleará para el diseño del banco de condensadores en la empresa BANCHISFOOD S.A. Como se ha dicho anteriormente es necesario realizar la instalación complementaria de un transformador de intensidad que “lea” el consumo total de la instalación. En la figura 3,6 se muestra la ubicación del CT1 (transformador de intensidad o de corriente) que es la indicada para que el equipo funcione correctamente.

“.....Para conexiones trifásicas, la entrada de voltaje debe conectarse entre dos fases; el transformador de corriente debe insertarse en la fase restante. La polaridad de la entrada amperio métrica no es relevante.”⁶⁵

⁶⁵LOVATOELECTRIC, Op, Cit, p. 17

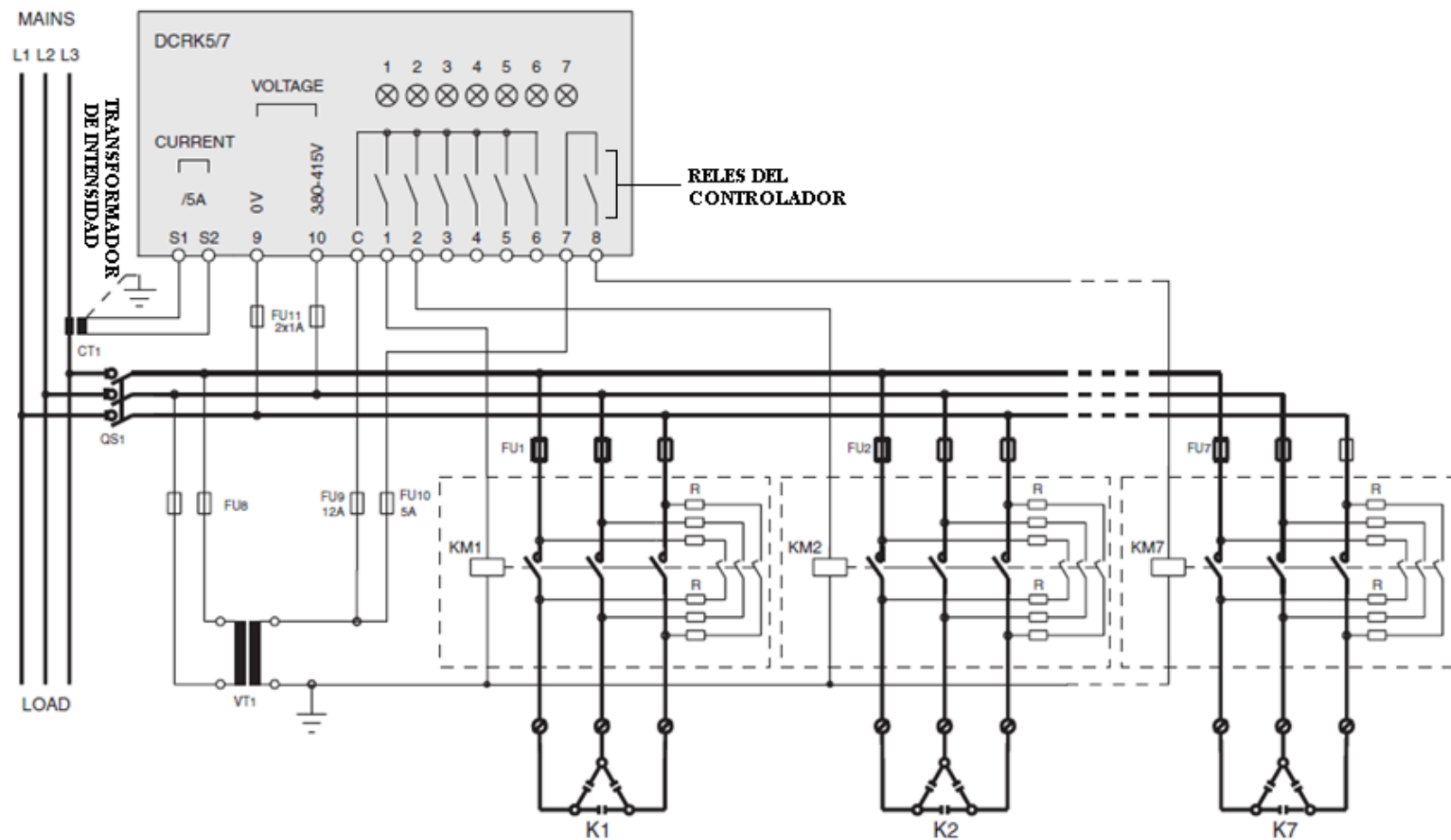


Figura 3.6: Conexión del controlador automático de factor de potencia DCRK5⁶⁶

⁶⁶ LOVATOELECTRIC, Op, Cit, p.17

3.3.2 ELEMENTOS EXTERNOS DEL CONTROLADOR DE FACTOR DE POTENCIA

Para el funcionamiento de un equipo de compensación automático y del controlador de factor de potencia es necesaria la toma de datos de la instalación; estos son los elementos externos que le permitirán actuar correctamente al equipo:

3.3.2.1 LECTURA DE INTENSIDAD

Se debe conectar un transformador de intensidad (CT) que lea el consumo de la totalidad de corriente de la instalación, como se muestra en la figura 3.7. Esto se logrará con un transformador de corriente que esté en relación a la corriente del sistema, de acuerdo a la tabla 2.2 del capítulo II, la corriente del secundario del transformador de la empresa BANCHISFOOD S.A es de 78 A, por ende se necesitará un CT de 78 A o uno de valor al inmediato superior. Basándose en catálogos de los proveedores de equipos eléctricos se seleccionará el transformador de corriente de 80 que es el que más se acerca al valor deseado. Los valores de transformadores de intensidad existentes en el mercado se muestran en el anexo G.

Es indispensable la correcta ubicación del CT (transformador de intensidad o corriente), ya que en el caso de efectuar la instalación en los sitios indicados con una X (color rojo) como se muestra en la figura 3.7 el funcionamiento del equipo sería incorrecta.

3.3.2.2 LECTURA DE TENSIÓN

Normalmente se incorpora en el propio banco de manera que al efectuar la conexión de potencia de la misma ya se obtiene este valor. Esta información de la instalación (tensión e intensidad) le permite al controlador efectuar el cálculo del $\cos\phi$ existente en la instalación en todo momento; y le capacita para tomar la decisión de introducir o sacar escalones (pasos) de potencia reactiva.

3.3.3 CONDENSADORES TRIFÁSICOS

Estos son los elementos fundamentales del banco de condensadores, los que permitirán generar energía reactiva para la corrección del factor de potencia.

“.....Los condensadores cilíndricos trifásicos están compuestos de tres condensadores monofásicos que son introducidos en un envoltorio metálico, son del tipo seco usando polipropileno metalizado con dieléctrico. Cada condensador tiene un elemento de desconexión por sobrepresión que protege contra la ruptura interna de la unidad, posee resistencias de descarga incluidas para reducir el voltaje después de que se ha desenergizado el condensador. Los elementos del condensador están encapsulados con resina de poliuretano en un envase de aluminio cilíndrico y herméticamente sellado de modo que puedan ser aislados de la acción corrosiva del aire y asegurando una buena disipación del calor interno hacia el medio ambiente. Estos condensadores están especialmente indicados para la compensación individual de pequeñas cargas inductivas y la construcción de pequeños bancos de condensadores”⁶⁷

En la figura 3.8 se muestra una foto del condensador tubular trifásico.



Figura 3.8: Condensador tubular trifásico⁶⁸

⁶⁷ EPCOS, Capacitores para Corrección de Factor de Potencia parte 5, p, 165. pdf, www.epcos.com

⁶⁸ IFG, Condensadores de Potencia, Catalogo digital 2009.pdf, www.ifg.com.br

Para el banco de condensadores se necesitará de tres condensadores de 3 kVAr a 220V. La corriente nominal, por fase de un condensador trifásico viene dada por la ecuación 3.1.

$$I_n = \frac{kVAr}{\sqrt{3} * kV} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Donde:

I_n : Corriente de fase nominal

kVAr: Potencia reactiva nominal del condensador

kV: Voltaje Fase - Fase

De esta manera la corriente nominal de cada condensador será:

$$I_n = \frac{3kVAr}{\sqrt{3} * 0,22kV}$$

$$I_n = 7,87A$$

Entonces la corriente nominal de cada condensador es de 7,87A, la misma que se utilizará más adelante para realizar la elección del contactor y de las protecciones para el banco de condensadores automático.

3.3.4 CONTACTOR

El contactor es el elemento que permitirá realizar la conexión o desconexión para que los condensadores entreguen la potencia reactiva necesaria al sistema eléctrico de la planta.

“.....La conexión de condensadores de potencia en bancos de regulación automática produce elevadas sobrecorrientes transitorias. En el caso de compensación individual, el valor de cresta de la sobrecorriente de conexión puede alcanzar valores de hasta 30 veces la corriente nominal del condensador. La mayor parte de contactores de buena calidad pueden manejar de forma segura este nivel de sobrecorriente. Sin embargo, en un banco automático la sobrecorriente de conexión proviene no solo de la red sino, especialmente, de los condensadores que ya están conectados. En este caso los valores de cresta de la sobrecorriente pueden alcanzar fácilmente valores de 150 a 200 I_n . Estas elevadas corrientes pueden dañar tanto los contactos de los contactores como los condensadores, y las oscilaciones de tensión asociadas a las mismas pueden provocar problemas en otros circuitos de la

instalación. La norma **CEI 831** establece que el valor de cresta de la sobrecorriente de conexión debe ser inferior a $100 I_n$. Es necesario por tanto tomar medidas para reducir las elevadas sobreintensidades que aparecen en las maniobras de los bancos de condensadores. Una de las alternativas es utilizar contactores especialmente diseñados para conexión de condensadores⁶⁹

De esta manera se procede a la selección de contactores especialmente diseñados para la conexión de condensadores.

3.3.4.1 CONTACTORES ESPECIALES PARA CONDENSADORES

“.....Estos contactores se caracterizan por disponer de unos contactos auxiliares equipados con resistencias de pre-carga. Estos contactos se cierran antes que los de potencia y la cresta de conexión es fuertemente limitada por el efecto de las resistencias. A continuación se cierran los contactos de potencia, dejando de actuar las resistencias durante el funcionamiento normal del condensador. El empleo de estos contactores es altamente recomendable pues limitan muy notablemente las sobrecorrientes.”⁷⁰

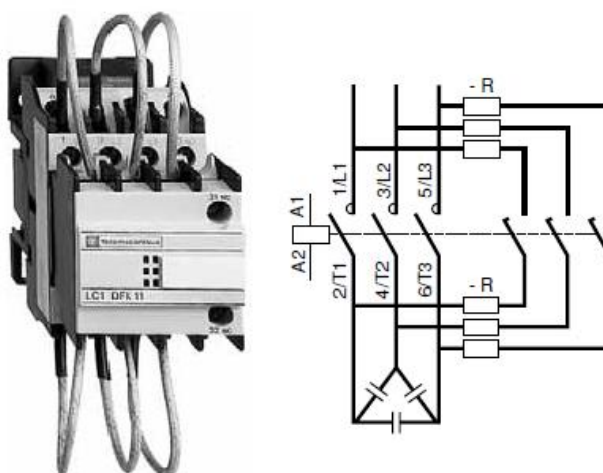


Figura 3.9: Contactor Telemecanique serie LC1DF para el control de condensadores⁷¹

Con todos los antecedentes se escoge tres contactores especiales para el mando de condensadores que soporten una sobrecorriente de $2I_n$ entonces se tiene:

$$2 * I_n$$

$$2 * 7,87 = 15,74 A$$

⁶⁹ INTERNATIONAL CAPACITORS, Notas Técnicas de Aplicación TS-03-12 Selección de Contactores, p.1/4, www.internationalcapacitors.com

⁷⁰ Idem., p. 1/4

⁷¹ SCHNEIDERELECTRIC. Op. Cit, p.

Así se utilizarán tres contactores con una corriente de empleo mayor o igual 15,74 A. Se seleccionará de esta manera un contactor especial para el mando de condensadores como por ejemplo el modelo de contactor LC1DFK11M7 (marca telemecanique) que es un contactor de corriente nominal de 18 A de 220 V a 60 Hz, el cual satisface las necesidades del diseño.

3.4 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Un banco de condensadores es un equipo eléctrico muy vulnerable, tanto a fallas como a condiciones anormales de operación. En cualquier instalación de condensadores de potencia es necesario planear una protección adecuada. Estos dispositivos están destinados a mantener la continuidad del servicio, evitando los posibles daños al personal y al equipo.

Para el banco de condensadores automático se necesitará de un interruptor principal y de protecciones individuales para cada paso, es decir, para cada condensador como se muestra en la figura 3.10.

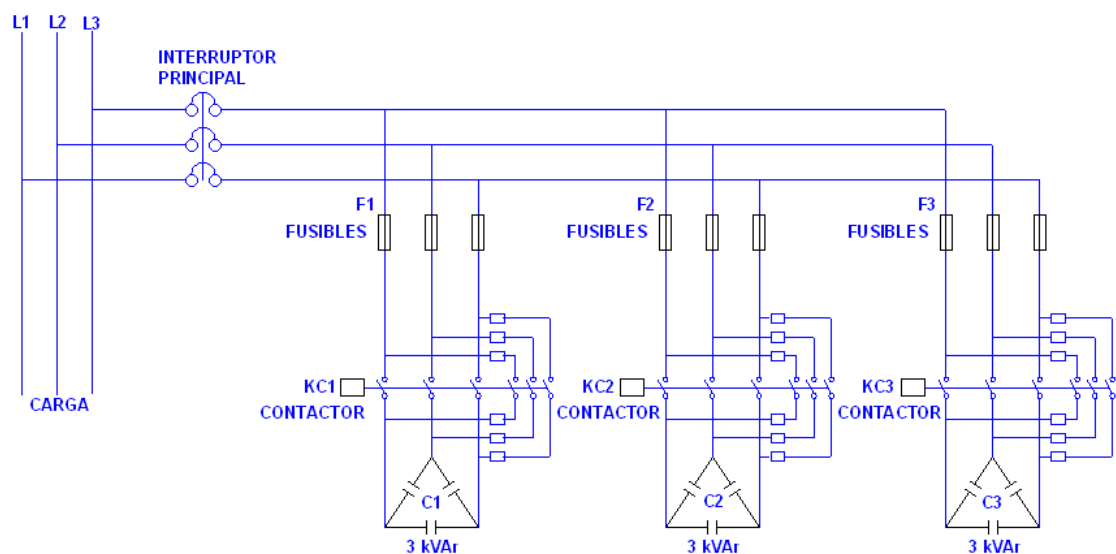


Figura 3.10: Ubicación de las protecciones en el circuito de fuerza

LAS PROTECCIONES DEBERÁN CUMPLIR CON LOS SIGUIENTES REQUERIMIENTOS:

“.....Estos requerimientos son:

- Capacidad de sobrecarga del 35% de la corriente nominal
- Capacidad de soportar altas corrientes transitorias de corta duración

- c. *Desconectar la unidad fallada, o un grupo de unidades, antes de que se produzca averías en los condensadores y antes que la continuidad del servicio sea afectada*”⁷²

PRINCIPALES OBJETIVOS DE UNA PROTECCIÓN PARA UN BANCO DE CONDENSADORES:

“.....Entre los objetivos principales se tiene:

- a. *Evitar que la avería de un condensador origine interrupciones en el suministro de energía*
- b. *Proteger las unidades sanas del banco, equipos próximos y al personal en el caso de una falla.*
- c. *Evitar que las unidades restantes en el banco puedan funcionar con una tensión excesiva.*”⁷³

Para realizar el análisis de las protecciones se necesitará determinar la corriente de cortocircuito en la barra de BANCHISFOOD, para lo cual se tendrá que conocer ciertos datos, los mismos que serán facilitados por la Empresa Eléctrica Quito (E.E.Q).

3.4.3 ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO PARA DETERMINAR LA PROTECCIÓN PRINCIPAL DEL BANCO DE CONDENSADORES.

Para determinar la corriente de cortocircuito se necesitarán algunos datos como:

- Impedancia de la línea desde la subestación más cercana a la carga (BANCHISFOOD).
- Subestación de la cual se toma la alimentación de la línea de media tensión y la impedancia de la subestación.
- Nivel de cortocircuito máximo futuro.

Todos estos datos fueron facilitados por la ***Empresa Eléctrica Quito, departamento de Sistemas de Potencia y Estudios Eléctricos.***

- De acuerdo a la Empresa Eléctrica Quito la subestación más cercana, de la que toma la alimentación en media tensión la empresa BANCHISFOOD S.A

⁷² BARROS, Wellington. Op. Cit, p.74

⁷³ BARROS, Wellington. Op. Cit, p. 74-75

es la subestación SANGOLQUÌ; ubicada en la vía Sangolquì Amaguaña Km 2 ^{1/2} del primario “E”, la subestación presenta la siguientes características:

CÓDIGO	POTENCIA [MVA]			VOLTAJE DE DEVANADOS [kV]		
	SOLO AIRE (OA)	AIRE FORZADO (FA)	AIRE FORZADO Y ACEITE (FOA)	1	2	3
YORKSHIRE 660 64C11031	15	20	-	46	23	-

La subestación SANGOLQUÌ presenta una impedancia de:

Secuencia positiva: $0,11207 + j0,92415$

Secuencia negativa: $0,11203 + j0,92431$

Secuencia cero: $0,02510 + j0,6285$

- La distancia desde la subestación SANGOLQUÌ a BANCHISFOOD es de 10 Km.
- El tipo de conductor de la línea es AA3X3/0 (tres conductores de aluminio del calibre tres ceros)
- Impedancia de la línea $Z = (0,3467 + j0,4389) \Omega/\text{Km}$

Con todos estos datos se procede a determinar la corriente de cortocircuito máximo futura, estos valores se muestran en la tabla 3.5, esta tabla fue preparada por el departamento de Sistemas de Potencia y Estudios Eléctricos de la Empresa Eléctrica Quito.

Cuadro No.2
Corrientes de Cortocircuito e Interrupción
Generación Máxima FUTURA
Falla Trifásica

Subestación	Barra [KV]	X/R	L/R [ms]	T interr [ciclos]	%dc	Ik'' [KA]	Ip [KA]	Ip interrup [KA]	Idc interrup [KA]	Irms interrup [KA]	Iasim. Inter [KA]
SANGOL	23	7,492	19,87	3	8,08	3,1	7,9	4,7	0,4	3,1	3,1
BANCH	23	2,139	5,67	3	0,01	1,4	2,9	2,0	0,0	1,4	1,4

Falla Monofásica

Subestación	Barra [KV]	X/R	L/R [ms]	T intorr [ciclos]	%dc	Ik'' [KA]	Ip [KA]	Ip interrup [KA]	Idc interrup [KA]	Irms interrup [KA]	Iasim. Inter [KA]
SANGOL	23	25,416	67,42	3	47,63	3,5	9,7	7,4	3,5	2,7	4,4
BANCH	23	2,484	6,59	3	0,05	1,1	2,4	1,5	0,0	1,1	1,1

Ik'': Corriente de cortocircuito subtransitoria
Ip: Corriente de cortocircuito inicial pico
Ip interrup.: Corriente de interrupción pico
Idc interrup.: Corriente de interrupción dc
Irms interrup.: Corriente de interrupción rms
Iasim interrup.: Corriente de interrupción asimétrica

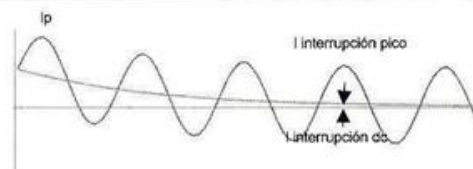


Tabla 3.5: Corrientes de Cortocircuito e Interrupción Generación Máxima Futura, en la Subestación SANGOLQUI y en la barra de BANCHISFOOD⁷⁴

⁷⁴ EMPRESA ELÉCTRICA QUITO, Departamento de Sistemas de Potencia y Estudios Eléctricos, Ing Víctor García, 27 de junio del 2011.

De este modo se obtiene la corriente de cortocircuito e interrupción trifásica máxima futura en la barra de BANCHISFOOD, que es de $I_k = 1.4 \text{ kA}$ con esta corriente se podrá dimensionar las protecciones para el banco de condensadores automático.

3.4.4 INTERRUPTOR PRINCIPAL:

Protegen a los elementos del circuito contra sobrecargas y corto circuitos. En la figura 3.11 se puede observar la foto de un interruptor termo magnético.

“.....Para la selección del interruptor principal deberán tomarse algunas precauciones: Deberá ser un interruptor con protección termomagnética del tipo C60N/H o C120N/H. El calibre de la protección deberá ser 1,43 veces la corriente nominal del banco, con el objeto de limitar el sobrecalentamiento producido por las armónicas que generan los condensadores. Protección magnética: se debe proteger contra cortocircuitos con corrientes al menos 10 veces la corriente nominal (I_n) del condensador, por lo que se debe utilizar Curva D en todos los casos.”⁷⁵

Con lo expuesto anteriormente para el banco de condensadores automático se utilizará un interruptor C60N, este dispositivo permite el mando y protección contra las sobrecargas y cortocircuitos en instalaciones de distribución terminal, terciaria e industrial.



Figura 3.11: Interruptor termo magnético trifásico

Entonces para determinar la capacidad del interruptor principal se tiene la potencia total del banco de condensadores que es de 9 kVAr, utilizando la ecuación 3.1 se tiene:

⁷⁵SCHNEIDERELECTRIC, Capitulo 2 Compensación de Energía Reactiva Elección del Interruptor Principal, p. 2/17.pdf, www.SchneiderElectric.com

$$I_n = \frac{9kVar}{\sqrt{3} * 0,22kV}$$

$$I_n = 23,65A$$

Aplicando lo expuesto en la referencia 51 se tiene:

$$I_{n\text{ INTERRUPTOR}} = 1,43 * I_{n\text{ BANCO}}$$

$$I_{n\text{ INTERRUPTOR}} = 1,43 * 23,65 A$$

$$I_{n\text{ INTERRUPTOR}} = 33,82 A$$

De esta forma se seleccionará un interruptor termo magnético de 33,82 A o uno de valor al inmediato superior, con una capacidad de ruptura de 1.4 kA o de un valor superior. Esto se determina utilizando la tabla 3,6 basándose en la corriente de cortocircuito (Ik). De esta forma se seleccionará un interruptor principal del tipo C60N-3P-40A (interruptor termo magnético principal de 40A tres polos).

3.4.5 PROTECCIÓN CON FUSIBLES INDIVIDUALES PARA CADA CONDENSADOR

Para el caso de condensadores trifásicos es necesario proteger cada fase del condensador con un fusible como se muestra en la figura 3.16, lográndose de esta forma las exigencias de una protección por fusibles de una manera satisfactoria, con esta forma de protección se tienen las siguientes ventajas:

- El fusible sacará de servicio al condensador averiado, permitiendo que el resto del banco quede en funcionamiento, dando lugar a un mejor aprovechamiento de la instalación, ya que el cambio de dicho condensador se podrá hacer en el momento oportuno.
- Previene daños a los condensadores cercanos a la unidad que entre en falla, como así también a instalaciones cercanas al banco.
- El fusible que haya actuado facilita una indicación visual de cuál ha sido la unidad que entro en falla, simplificando de esta forma las tareas de mantenimiento del banco de condensadores.

Según SchneiderElectric cuando se utiliza contactores especiales para el mando de condensadores y se los protege mediante fusibles recomienda: “.....La protección

contra cortocircuitos se realizará por medio de fusibles gl de calibre comprendido entre 1,7 y 2 In (corriente nominal)”⁷⁶

Como el fusible va a proteger a cada condensador del banco de condensadores, es decir, a tres condensadores de 3 kVAr que tienen una corriente nominal calculada de 7,87A aplicando la referencia anterior se tendrá:

$$I_{n\text{ INTERRUPTOR}} = 1,7 * 7,87$$

$$I_{n\text{ INTERRUPTOR}} = 13,38 A$$

Entonces se seleccionarán fusibles de 13,38A o uno del valor al inmediato superior y que existan en el mercado. De esta manera se escogerán fusibles del tipo NH-00-16A (fusible tipo NH con base tipo 00 de 16A), para cada paso.

3.4.6 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

“.....Los cables de alimentación de los condensadores, deben dimensionarse teniendo en cuenta que su corriente nominal puede verse incrementada hasta un 30%.”⁷⁷ Entonces para dimensionar los conductores se utilizará la corriente nominal de cada condensador y también la corriente total del banco de condensadores; basándose en la figura 3.12 donde se puede observar que el conductor de la sección A va a ser diferente del conductor de la sección B, puesto que las corrientes en estas secciones son diferentes.

Para la sección A, se tiene una corriente nominal del condensador de 3kVAr de 7,87A. Utilizando lo expuesto en la referencia anterior se tiene:

$$I_{\text{CONDUCTOR}} = 1,3 * I_{\text{CONDENSADOR}}$$

$$I_{\text{CONDUCTOR}} = 1,3 * 7,87A$$

$$I_{\text{CONDUCTOR}} = 10,23A$$

⁷⁶ SCHNEIDERELECTRIC. Op. Cit. p, 42

⁷⁷ INTERNATIONALCAPACITORS, Condensadores de Potencia, Notas Técnicas de Aplicación TS-03-015, P. 1/1, www.InternationalCapacitors.com

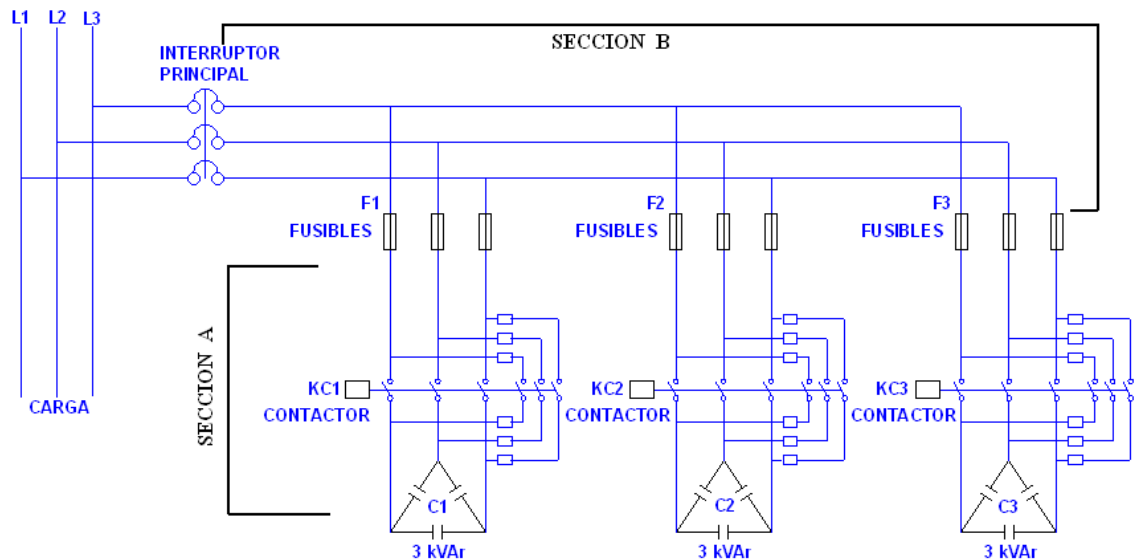


Figura 3.12: Dimensionamiento de los conductores para la sección A y la sección B

La corriente que deberá soportar el conductor de la sección A es de 10,23 A; para lo cual utilizando la tabla 3.7 se seleccionará un conductor que tenga estas características de corriente o uno del valor al inmediato superior y que exista en el mercado. Entonces se elige al conductor que cumple con estas características de corriente que es de 14,73A, el cual equivale a un conductor de calibre 10 AWG. Como el valor de los siguientes pasos (kVAr) es igual se seleccionarán del mismo calibre de conductor para toda la sección A.

Para la sección B se procede de la misma manera tomando en cuenta el valor de la corriente total del banco de condensadores. Como el banco de condensadores es de 9kVAr y posee una corriente nominal de 23,65A.

Utilizando lo expuesto en la referencia anterior se tiene:

$$I_{CONDUCTOR} = 1,3 * I_{CONDENSADOR}$$

$$I_{CONDUCTOR} = 1,3 * 23,65A$$

$$I_{CONDUCTOR} = 30,75A$$

Utilizando la tabla 3,6 se seleccionará el conductor que posea estas características y que exista en el mercado. El conductor que satisface las características del diseño es un conductor de calibre 6 AWG.

TABLA PARA ALAMBRES DE COBRE			
# AWG	DIAMETRO mm	SECCIÓN mm ²	CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE (2,8A/mm ²)
0	8,25195	53,4814	149,74792
1	7,34857	42,4126	118,75528
2	6,54408	33,6347	94,17716
3	5,82767	26,6734	74,68552
4	5,18968	21,153	59,2284
5	4,62154	16,775	46,97
6	4,11560	13,3032	37,24896
7	3,66504	10,5499	29,53972
8	3,26381	8,3664	23,42592
9	2,90650	6,6349	18,57772
10	2,58831	5,2617	14,73276
11	2,30496	4,1727	11,68356
12	2,05262	3,3091	9,26548
13	1,82791	2,6242	7,34776
14	1,62780	2,0811	5,82708
15	1,44960	1,6504	4,62112
16	1,29090	1,3088	3,66464
17	1,14958	1,0379	2,90612
18	1,02373	0,8231	2,30468
19	0,91166	0,6528	1,82784
20	0,81185	0,5177	1,44956

Tabla3.6: Tabla para alambres de cobre⁷⁸

Los conductores a utilizarse en el circuito de fuerza tanto para la sección A, como para la sección B se los puede observar en la figura 3.13

⁷⁸ CEVALLOS, Augusto, Hablemos de Electricidad, Quito-Ecuador, 2009, p. 54

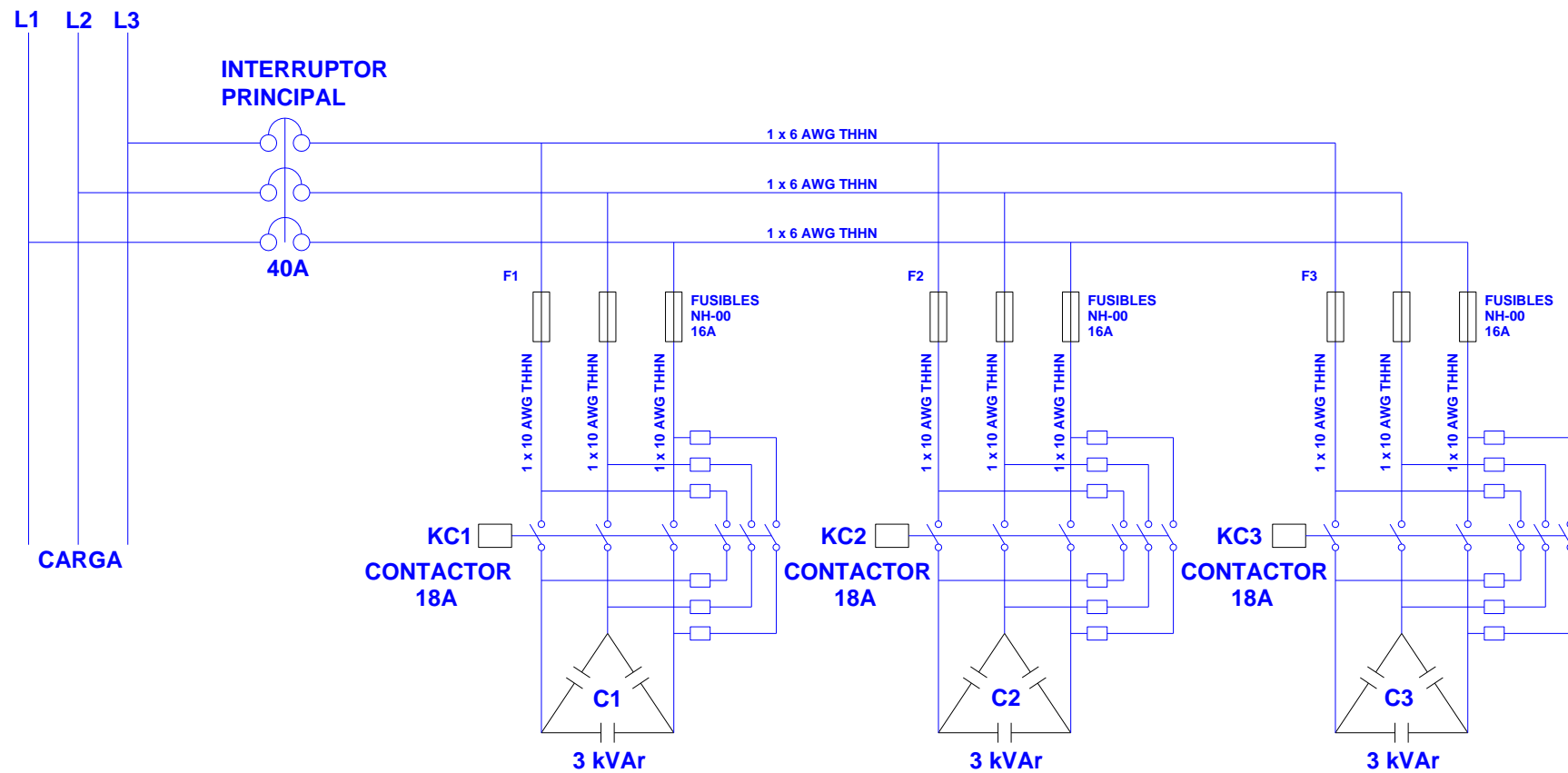


Figura 3.13: Calibre de conductor utilizado en el circuito de fuerza

3.4.7 GABINETE

El gabinete es el elemento donde van a estar los condensadores, elementos de maniobra, de protección y por ende debe tener las medidas adecuadas de acuerdo al tamaño de los elementos que se utilizaran, además estos gabinetes deben tener una buena ventilación, en la figura 3.14 se muestra la foto de un gabinete común.



Figura 3.14: Gabinete para banco de condensadores

3.5 UBICACIÓN DEL BANCO DE CONDENSADORES

De acuerdo al diseño y al análisis se determinó que se realizará una compensación global como se ha mostrado en la figura 3,7. La misma que contará con un banco de condensadores automático de 9 kVAr de tres pasos 1:1:1 de 3 kVAr cada uno, de acuerdo al diseño realizado.

3.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES

Los elementos del banco de condensadores y dispositivos de protección presentan las siguientes características:

3.6.1 CONTROLADOR AUTOMÁTICO DE FACTOR DE POTENCIA

Son aparatos de medida, control y comando, que permiten realizar bancos automáticos, incorporando o sacando condensadores para mantener el $\cos\phi$ de la instalación en un valor predeterminado.

Pueden comandar hasta 12 pasos de condensadores de igual o distinta potencia, y seleccionar de entre ellos los kVAr necesarios para obtener el $\cos\phi$ deseado.

En la figura 3,15 se puede observar las dimensiones de un controlador automático de factor de potencia.

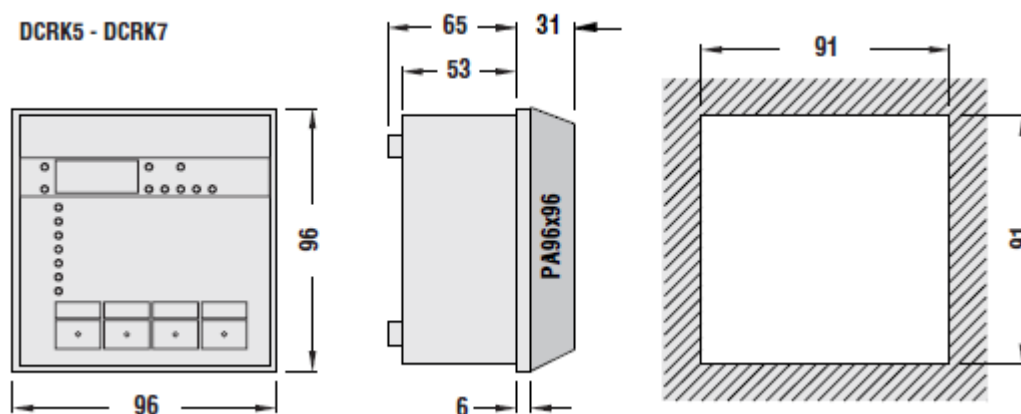


Figura 3.15: Dimensiones del controlador de factor de potencia DCRK5⁹³

3.6.2 CONDENSADOR TRIFÁSICO

Los condensadores cilíndricos trifásicos están compuestos de tres condensadores monofásicos que son introducidos en un envoltente metálico, son del tipo seco, usando polipropileno metalizado con dieléctrico. En el gráfico 3.16 se muestran las medidas de un condensador trifásico:

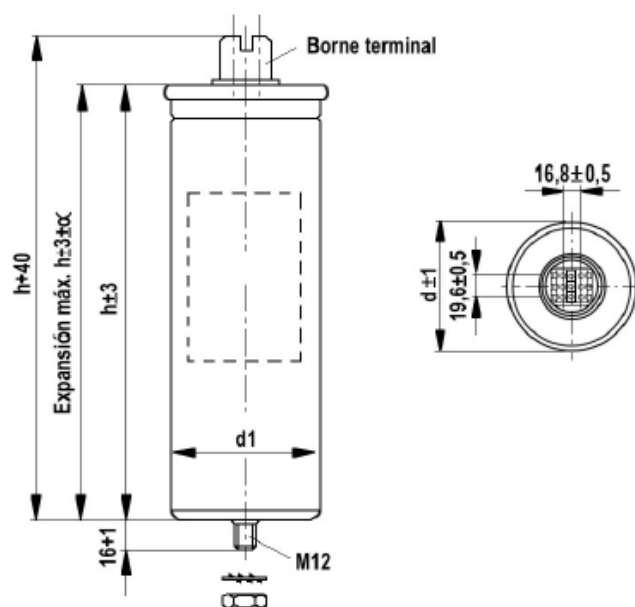


Figura 3.16: Dimensiones del condensador trifásico serie B32344⁹⁴

⁹³ LOVATO ELECTRIC, Reguladores Automáticos para Corrección de Factor de Potencia DCRK, pdf, p.18, www.LovatoElectric.com

⁹⁴ ALLDATASHEET, Film Capacitors-Power Factor Correction. March 2009, www.alldatasheet.com

3.6.3 CONTACTOR ESPECIAL PARA CONDENSADORES

Son contactores equipados con un bloque de contactos de paso con precierre y resistencia de amortiguación, que limita el valor de la corriente en la activación a 60 In máx.

La limitación de la corriente en la activación aumenta la durabilidad de todos los componentes de la instalación, especialmente, de las protecciones y condensadores.

En el figura 3.17 se puede apreciar las dimensiones de un contactor especial para el mando de condensadores.

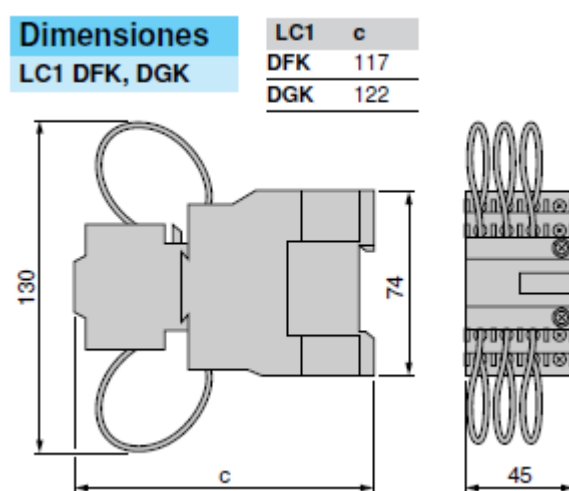


Figura 3.17: Dimensiones del contactor LC1DFK11M7 (marca telemecanique)⁹⁵

3.6.4 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Los dispositivos de protección a utilizar son:

3.6.4.1 INTERRUPTOR PRINCIPAL TERMO MAGNÉTICO C60N

Los interruptores termo magnéticos protegen los cables y conductores de las instalaciones eléctricas contra sobrecargas y cortocircuitos, estos poseen:

AMPLIO RANGO DE CORRIENTES NOMINALES

- Los interruptores termo magnéticos tienen el más extenso rango de corrientes nominales, cubriendo con sus diferentes familias desde los 0,5 a 125 A.

⁹⁵ SCHNEIDERELECTRIC, Catalogo general de protecciones y control de potencia, 2007 Capitulo5, pdf, p.90, www.schneiderelectric.com

- Con diferentes curvas características de disparo A, B, C y D de acuerdo a la Norma IEC 60 898.
- Los termo magnéticos están disponibles en ejecuciones Unipolar, Bipolar, Tripolar y Tetrapolar.

CARACTERÍSTICA DE DISPARO A

Indicada para la protección de transformadores de medición, circuitos con conductores muy largos y que deben desconectarse dentro de los 0,2 seg.

CARACTERÍSTICA DE DISPARO B

Indicada para circuitos de tomacorrientes en aplicaciones domiciliarias y comerciales.

CARACTERÍSTICA DE DISPARO C

Indicada para proteger aparatos eléctricos con corrientes de conexión elevadas, por ejemplo lámparas y motores.

CARACTERÍSTICA DE DISPARO D

Indicada para proteger aparatos con corrientes de conexión muy elevadas, por ejemplo transformadores, electro válvulas y condensadores.

CAPACIDAD DE RUPTURA

La capacidad de ruptura asignada indica el máximo valor de la corriente de cortocircuito que es capaz de desconectar. Según la norma VDE se pueden tener los siguientes valores de capacidad de ruptura:

3 KA – 4,5 KA – 6 KA – 10 KA – 15 KA – 25 KA

- Capacidad de ruptura 3ka: para aplicación residencial o Standard
- Capacidad de ruptura 6ka: para aplicación comercial o media
- Capacidad de ruptura 10ka: para aplicación industrial o para altas corrientes

CURVA CARACTERÍSTICA

La curva característica de disparo del interruptor termo magnético está formada por el tramo “a” que representa el disparo retardado (**protección contra sobrecargas**) y el tramo “n” que simboliza el disparo instantáneo (**protección contra cortocircuitos**).

El disparo retardado está a cargo del bimetalico (térmico) mientras que el disparo instantáneo lo produce la bobina (magnético).

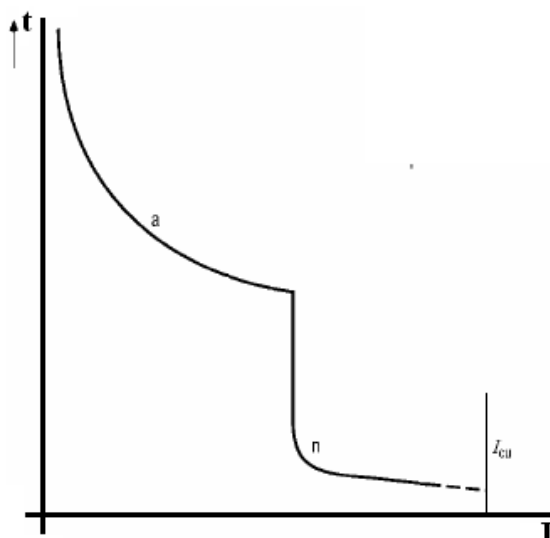


Figura 3.18: Curva característica⁹⁶

En el anexo H se muestra la curva característica tipo D de un interruptor termomagnético C60N.

3.6.4.2 FUSIBLES NH

Denominados ocasionalmente de cuchilla, son utilizados en plantas industriales y redes de distribución para proteger líneas eléctricas, conductores y maquinarias. Presentan las siguientes características:

Tensión nominal: tensión para la que ha sido previsto su funcionamiento, los valores más habituales son: 250, 400, 500 y 600 v en baja tensión.

Intensidad nominal: es la intensidad que puede soportar indefinidamente, sin sufrir ningún deterioro los componentes de dicho elemento: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 A.

Intensidad de fusión y de no fusión del fusible: la intensidad de fusión es la intensidad a la cual el fabricante asegura su fusión. La intensidad de no fusión es la máxima intensidad del fusible que el fusible es capaz de soportar con la seguridad de no fundir, entre la diferencia de estos valores se crea una banda de dispersión en la cual no puede asegurarse la fusión del fusible.

⁹⁶ www.maniobras/20y/20protecciones.com

Curva de fusión: indican el tiempo de desconexión en función de la corriente para un fusible concreto.

El poder de corte: es la máxima corriente en valor eficaz que puede interrumpir un fusible.

En cuanto a la clase de servicio los fusibles vienen designados mediante dos letras; la primera indica la función que va a desempeñar, la segunda el objeto a proteger:

PRIMERA LETRA. FUNCIÓN

Categoría “**g**” fusibles de uso general.

Categoría “**a**” fusibles de acompañamiento.

SEGUNDA LETRA. OBJETO A PROTEGER

Objeto “**L**”: Cables y conductores.

Objeto “**M**”: Aparatos de conexión.

Objeto “**R**”: Semiconductores.

Objeto “**B**”: Instalaciones de minería.

Objeto “**Tr**”: Transformadores.

La combinación de ambas letras da múltiples tipos de fusibles, pero los más utilizados son los siguientes:

Tipo gL – gG: protección contra sobrecargas y cortocircuitos en líneas y redes de uso generalizado.

Tipo gB: Fusibles para la protección de líneas muy largas.

Tipo gL: Norma CEI 269-1, 2, 2-1. Es un cartucho limitador de la corriente empleado fundamentalmente en la protección de líneas.

Tipo gR: Semiconductores.

Tipo aM: Fusibles de acompañamiento de motor, es decir, para protección de motores contra cortocircuitos y por tanto deberán ser protegido el motor contra sobrecargas con un dispositivo como podría ser el relé térmico.

Los fusibles de cuchillas o los de cartucho pueden llevar percutor y/o indicador de fusión.

En el anexo I se muestran algunos modelos de fusibles y la curva característica de limitación de corriente del fusible tipo gL-gG, que es el que se va a utilizar en el diseño.

3.6.5 GABINETE

Las características técnicas que debe reunir un gabinete para banco de condensadores son las siguientes:

- En función de las características del banco de condensadores (capacidad y tensión nominales), el montaje debe ser en pared o auto soportado en piso.
- Todas las superficies ferrosas, deben recibir un tratamiento anticorrosivo para ambiente húmedo con salinidad y gases derivados del azufre y otros. Tendrán protección contra polvo mediante sello de goma en la puerta.
- Los bancos de condensadores deben colocarse en un gabinete fabricado con lámina de acero al frío, de 2,78 mm de espesor.
- La puerta frontal debe tener bloqueos mecánicos que eviten la apertura de la misma por personal no autorizado y cuando el equipo esté en operación.
- En la parte frontal del equipo debe estar rotulado con una señal de advertencia de no abrir cuando esté energizado el equipo, así como esperar el tiempo de descarga de los condensadores.
- Cuando el equipo sea montado en pared debe estar preparado con barrenos internos para su montaje.
- La entrada de cables de alimentación debe ser por la parte superior o inferior.
- El material de las tapas, cubiertas, divisiones o puertas deben ser de lámina de acero de un espesor de 1,98 mm. Debe tener ventilación por convección natural.
- La temperatura en el interior nunca debe rebasar más de 10°C de la temperatura del ambiente donde se encuentre instalado.
- Debe tener preparación para conexión a tierra, toda la tornillería, roldanas planas y de presión o roldanas cónicas que se utilicen deben ser de Zinc tropicalizado (Zn + Cr).
- De acuerdo con las características técnicas y dimensiones de los elementos se procede a dar las dimensiones específicas para el gabinete.

Para el banco de condensadores se tiene las siguientes medidas en centímetros que se muestran en la figura 3.19

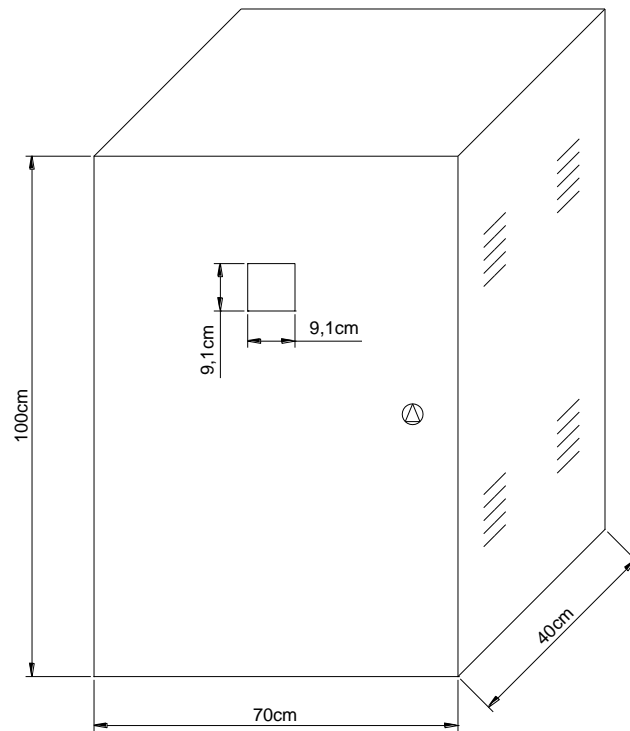


Figura 3.19: Gabinete para el banco de condensadores

CAPÍTULO IV ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1 INTRODUCCIÓN

Lo que se considerará en este capítulo es analizar los beneficios económicos que se obtendrán al mejorar el factor de potencia mediante un banco de condensadores automático.

El análisis económico debe considerar los costos y beneficios que se derivarán del proyecto y se los valorará para determinar si su ejecución es o no conveniente.

La empresa BANCHISFOOD S.A por motivo de presentar un bajo factor de potencia ha tenido que pagar penalizaciones las cuales se ven reflejadas en las facturas de consumo eléctrico, en la tabla 4.1 se muestra un resumen de las facturas de consumo eléctrico que la empresa tiene que pagar cada mes, los valores que se presentan son de los últimos doce meses. Las facturas de consumo eléctrico se muestran con más detalle en el anexo J.

FACTURA GRANDES CLIENTES SUMINISTRO 943788-6 BANCHISFOOD S.A					
Periodo de consumo desde hasta	Demanda [kW]	Consumo Total de Energía [kWh]	F.P	Penalización [\$]	Total a pagar servicio eléctrico [\$]
2009/11/24-2009/12/24	19	4426	0,9	7,75	423,12
2009/12/28-2010/01/26	21	4739	0,88	16,61	450,51
2010/01/26-2010/02/26	17	6015	0,86	31,55	565,86
2010/02/26-2010/03/25	18	4582	0,87	20,52	444,78
2010/03/25-2010/04/26	16	5546	0,87	23,94	516,57
2010/04/26-2010/05/25	17	5151	0,88	18	487,55
2010/05/25-2010/06/24	18	5442	0,88	18,66	504,9
2010/06/24-2010/07/26	16	4282	0,89	11,6	422,36
2010/07/26-2010/08/25	17	4009	0,89	10,88	398,1
2010/08/25-2010/09/24	17	4714	0,89	12,25	446,4
2010/09/24-2010/10/25	17	3915	0,89	10,69	392,4
2010/10/25-2010/11/25	17	4303	0,89	11,86	436,41
CONSUMO ANUAL	210	57124		194,31	5488,96

Tabla 4.1: Resumen de las facturas del consumo eléctrico de los doce últimos meses

En la tabla 4,1 se puede observar: la demanda en kW, el consumo de energía en kWh, el factor de potencia, el valor de la penalización en dólares por motivo de un bajo factor de potencia y el total del valor en dólares del consumo eléctrico, de los últimos doce meses. También se puede observar el consumo anual de los parámetros

antes mencionados, resaltando el valor de las penalizaciones que llegan a 194,31 dólares por motivo de penalizaciones.

El banco de condensadores automático diseñado para la corrección del factor de potencia consta de los siguientes equipos que se indican en la tabla 4.2.

MATERIALES		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Controlador de factor de potencia	1	
Contactador LC1D11M7 18A-220V	3	
Condensador Trifásico 3 kVAr-220V	3	
Transformador de corriente 80/5	1	CT1
Interruptor termo magnético 40A	1	C60N-3P-40A
Fusibles 16A	9	NH-00-16A con bases
Breaker 1A	5	Para la protección de las bobinas de los contactores y del controlador de FP
Breaker 16A	1	Para el punto común del controlador de FP
Gabinete 1	1	medidas figura 3,24
Conductor 10 AWG-THHN	4,5m	Para el banco de condensadores
Conductor 6 AWG- THHN	9m	Para conexión del banco a la carga
Cable desnudo 8AWG 7hilos	6m	Conexión a tierra

Tabla 4.2: Equipos y materiales para el banco de condensadores

Con los indicadores económicos expuestos en el capítulo III se procederá a realizar el análisis económico para lo cual se necesitará saber ciertos costos.

4.2 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA MEDIANTE UN BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO

Existen varios rubros relacionados con la compra de un equipo de compensación. Primero se encuentran los costos de adquisición de los materiales, costos de instalación, costos de mantenimiento que se lo hace una vez al año durante la vida útil del equipo, costo de reposición de una unidad y finalmente el costo de retiro del equipo al final de su vida útil, estos costos se los puede ver con más detalle en el anexo K.

Como estos desembolsos se los va a realizar en diferentes tiempos (años diferentes) es necesario llevarlos a un solo punto común en la escala del tiempo y esto se lo puede hacer calculando el valor presente.

Se puede representar lo anteriormente descrito en un flujo de caja, para un equipo cuya vida útil es de 15 años. Este flujo de caja se lo puede observar en la figura 4.2. Además, se considerará un desembolso en el año 5 que representa la reposición de una unidad del banco de condensadores. Este valor representa un seguro a los daños que podrían darse en una unidad del banco en los primeros años de funcionamiento

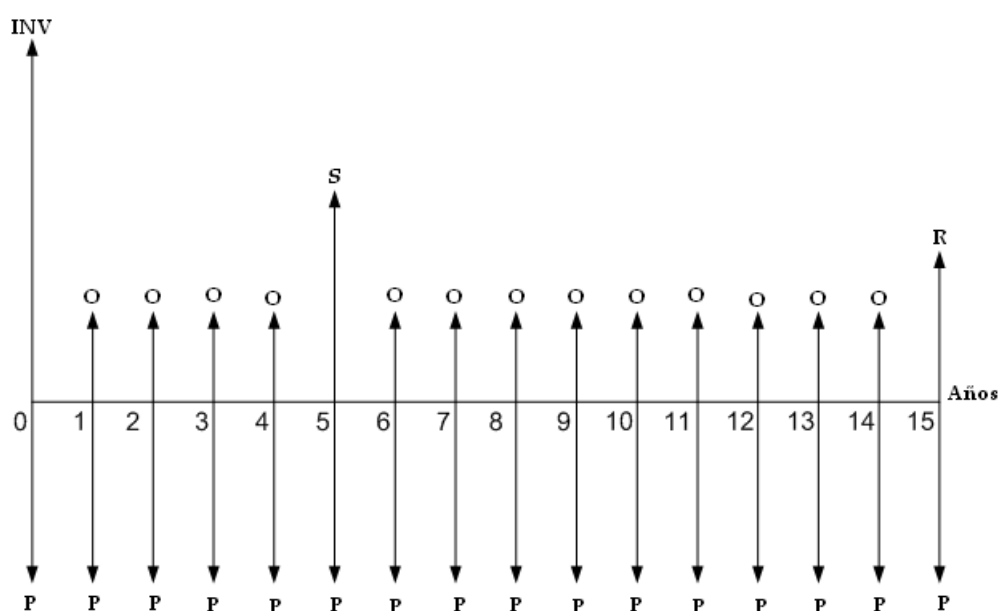


Figura 4.1: Flujo de caja durante la vida útil del banco de condensadores

Donde:

INV: son los costos de adquisición de materiales e instalación del equipo (\$ 1054,40), es la inversión inicial.

O: son los costos por operación mantenimiento del equipo (\$ 44,8) cada año.

S: es el costo por la reposición de una unidad del banco (\$ 113,12).

R: es el costo de retiro del equipo al final de su vida útil (\$ 45,92).

P: son las penalizaciones por motivo de un bajo factor de potencia (\$194,31).

4.2.1 CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE (VP) DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN

Utilizando el concepto del valor presente y con un interés del 10% se tiene la siguiente expresión la cual permite calcular el valor presente de una serie de anualidades constantes que se pagan en un lapso de tiempo definido.

$$VP = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Además para traer a valor presente una cantidad que se encuentra ubicada en un tiempo diferente al año cero y que no es una serie de anualidades constante se utilizará la siguiente expresión.

$$VP = AIn \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

Donde:

VP: es el valor presente.

A: es la anualidad que se requiere traer a valor presente.

AIN: es el valor que se requiere traer a valor presente.

i: es la tasa de inversión anual.

n: es el periodo de años.

Todos estos parámetros se explicaron en el capítulo III y tan solo se procederá a aplicarlos. De esta manera se traerá a valor presente cada uno de las inversiones para lo cual se tiene:

4.2.1.1 CÁLCULO DEL VP1 COSTOS DE INVERSIÓN:

Como este valor se encuentra en el año cero este será el mismo teniendo así:

$$VP1 = INV$$

$$VP1 = 1054,4 \text{ USD}$$

4.2.1.2 CÁLCULO DEL VP2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:

Como los costos de operación y mantenimiento son valores constantes de anualidades que se pagan en un lapso de tiempo definido se tiene:

$$VP2 = 44,8 \left[\frac{(1+0,1)^{15} - 1}{0,1(1+0,1)^{15}} \right]$$

$$VP2 = 340,75 \text{ USD}$$

4.2.1.3 CÁLCULO DEL VP3 COSTO POR REPOSICIÓN DE UNA UNIDAD

Como el valor por reposición de una unidad, es una cantidad que se encuentra ubicada en un tiempo diferente al año cero (año 5 según el flujo de caja), se tiene:

$$\begin{aligned} \text{VP3} &= \frac{113,12}{(1 + 0,1)^5} \\ \text{VP3} &= 70,24 \text{ USD} \end{aligned}$$

4.2.1.4 CÁLCULO DEL VP4 COSTO DE RETIRO DE LA UNIDAD AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL:

Este valor presenta las mismas características que VP3 con la única diferencia que el periodo de años es igual a 15 se tiene:

$$\begin{aligned} \text{VP4} &= \frac{45,92}{(1 + 0,1)^{15}} \\ \text{VP4} &= 10,99 \text{ USD} \end{aligned}$$

4.2.1.5 CÁLCULO DEL VP TOTAL DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN:

Este valor se determinar con la sumatoria de los valores presentes ya calculados.

$$\begin{aligned} \text{CI} &= \text{VP} = \text{VP1} + \text{VP2} + \text{VP3} + \text{VP4} \\ \text{CI} &= 1054,4 + 340,75 + 70,24 + 10,99 \\ \text{CI} &= 1476,39 \text{ USD} \end{aligned}$$

4.2.2 CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE DE LAS PENALIZACIONES

Las penalizaciones presentan valores constantes de anualidades que se pagan en un lapso de tiempo definido, se tiene:

$$\begin{aligned} \text{VP} &= 194,31 \left[\frac{(1 + 0,1)^{15} - 1}{0,1(1 + 0,1)^{15}} \right] \\ \text{VP} &= 1477,94 \text{ USD} \end{aligned}$$

Cabe indicar que este valor será el beneficio económico que se tendrá al instalar un banco de condensadores en un periodo de 15 años.

4.2.3 DETERMINACIÓN DEL VALOR PRESENTE NETO VPN

Utilizando el concepto del valor presente neto (*El valor presente neto es el valor presente de un conjunto de flujos de efectivo futuros menos su costo de inversión*) se tiene:

$$\begin{aligned}\text{VPN} &= \text{VP} - \text{CI} \\ \text{VPN} &= 1477,94 - 1476,38 \\ \text{VPN} &= 1,56 \text{ USD}\end{aligned}$$

4.2.4 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

Utilizando el concepto expuesto en el capítulo III (es la relación entre el valor presente respecto a la inversión inicial) se tiene:

$$\begin{aligned}\frac{B}{C} &= \frac{1477,94}{1476,38} \\ \frac{B}{C} &= 1,00105\end{aligned}$$

4.2.5 PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Para determinar el período de recuperación del capital se tiene:

$$\begin{aligned}\text{RC} &= \frac{1476,38}{1477,94} * 12 \text{ meses} \\ \text{RC} &= 12 \text{ meses}\end{aligned}$$

Esto quiere decir que la inversión se recuperará en el lapso de 12 meses.

4.3 RESUMEN DE RESULTADOS

Para los indicadores de rentabilidad se consideró una tasa de interés anual del 10 % y un horizonte de evaluación de 15 años. Además utilizando el anexo L se pudo determinar si el proyecto es factible o no.

INDICADOR	VALOR	DETALLE
Valor Presente Neto (VPN)	1,56	> 0 El proyecto es rentable debe ser aceptado.
Relación Costo/Beneficio (B/C)	1,00105	> 1 Se acepta al proyecto.
Período de Recuperación del Capital RC	12 meses	= 1 año, se recupera el capital invertido en un tiempo razonable.

Tabla 4.3: Indicadores de rentabilidad del proyecto

4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

“.....Esto permite identificar las variables más críticas o construir escenarios posibles que permitirán analizar el comportamiento de un resultado bajo diferentes supuestos. El análisis de sensibilidad permite medir el cambio en un resultado, dado un cambio en un conjunto de variables, tanto en términos relativos como en términos absolutos.”⁹⁷

Es recomendable realizar el análisis de sensibilidad en variables en las que no se tenga un valor completamente definido como por ejemplo: en la tasa de interés, en los costos de materiales y mano de obra. Por ende se realizará el análisis con estos parámetro, el cual repercutirá tener variaciones en los datos de: valor actual neto, relación costo beneficio y en el periodo de recuperación de la inversión o del capital. Para determinar el valor presente de los costos de inversión se analizará con un incremento del +10%, -10% en los costos de inversión ya indicados en el anexo K.

Para determinar la sensibilidad en las penalizaciones se utilizará una tasa de interés del 8%, 9,33(recomendado por el Banco Central del Ecuador según el anexo M), 10%, 12%. El análisis de sensibilidad, indica las variables que más afectan en el resultado económico del proyecto y las que tienen poca incidencia en el resultado final del mismo, este análisis se muestra en la tabla 4.4. Aquí se puede observar como varían los parámetros de valor presente neto, relación beneficio costos y el período de recuperación del capital; al variar tanto los costos de inversión y el valor de la tasa de interés.

⁹⁷ VÉLEZ, IGNACIO, Valoración de Empresas Análisis de Sensibilidad, Bogotá 2003, p. 2, www.sensibilidad.ppt

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LA VARIACIÓN DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN Y EL INCREMENTO DE LA TASA DE INTERÉS							
TASA DE INTERÉS	INCREMENT O COSTOS %	VARIACIÓN COSTOS	VALOR PRESENTE COSTOS INVERSIÓN (CI)	VALOR PRESENTE PENALIZACIÓN (VP)	VALOR PRESENTE NETO VPN = VP-CI	R. BENEFICIO-COSTO = VP / CI	PERÍODO RECUPERACIÓN RC = CI/VP (MESES)
8%	10	1384,08	1682,27	1663,19	-19,08	0,99	12
	ACTUAL	1258,25	1529,34		133,85	1,09	11
	-10	1132,43	1376,40		286,79	1,21	10
9,33%	10	1384,08	1642,37	1536,22	-106,15	0,94	13
	ACTUAL	1258,25	1493,06		43,16	1,03	12
	-10	1132,43	1343,76		192,46	1,14	10
10%	10	1384,08	1624,03	1477,94	-146,09	0,91	13
	ACTUAL	1258,25	1476,39		1,55	1,00105	12
	-10	1132,43	1328,75		149,19	1,11	11
12%	10	1384,08	1575,32	1323,42	-251,90	0,84	14
	ACTUAL	1258,25	1432,11		-108,69	0,92	13
	-10	1132,43	1288,90		34,52	1,03	12

Tabla 4.4: Análisis de sensibilidad con respecto a la variación de los costos de inversión y la variación de la tasa de interés

Se puede observar que al trabajar con una tasa de interés del 8%, 9,33%, 10% y tener variaciones en los costos de inversión, los indicadores económicos presentan valores positivos y negativos, esto hace que el proyecto sea factible únicamente con los costo de inversión actual y cuando se tenga una disminución del 10% en los costos de inversión. El tiempo de recuperación del capital es de 12 meses en el peor de los casos.

Al realizar el análisis con una tasa de interés del 12% los indicadores económicos presentan valores negativos por lo cual el proyecto debe rechazarse; y, se aceptará únicamente cuando se tenga una disminución del 10% en los costos de inversión.

Con todo este análisis el proyecto debe aplicarse inmediatamente y aprovechar los costos actuales, para no tener variaciones en los costos de inversión por motivo de incremento de los mismos.

4.4.1 BENEFICIOS ECONÓMICOS

Con la corrección del factor de potencia el principal beneficio será el de dejar de pagar las penalizaciones por presentar un bajo factor de potencia. La empresa por presentar un bajo factor de potencia anualmente tiene que pagar un valor de 194,31 dólares.

De esta manera se tendrá un ahorro en el pago de la factura de consumo eléctrico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Al realizar el levantamiento de carga del sistema eléctrico de la empresa se pudo constatar que las cargas que pasan el mayor tiempo del día conectadas o trabajando están concentradas en las áreas de empaque, oficinas; y, la mayor carga representativa de la empresa es el compresor de 15HP, debido a que éste alimenta a las empacadoras TECMAR e INDUMAC.
- Una vez calculado la potencia reactiva del banco de condensadores se procedió a buscar en el mercado si existían, para de esta manera tener datos reales de los costos, en algunos casos los valores calculados de potencia, corriente no coincidían con los valores de los elementos que existen en el mercado.
- El factor de potencia promedio es de 0,84; para corregir este factor de potencia se empleará un banco de condensadores automático de 9 kVAr y de tres pasos. El banco de condensadores se lo colocará en el lado de baja tensión del transformador para evitar la penalización que impone la Empresa Eléctrica Quito.
- El ahorro que se obtendrá por evitar la penalización es de 194,31 USD/año, con una inversión de 1476,39 USD; con un período de recuperación de la inversión de 12 meses.
- Uno de los principales beneficios técnicos es la potencia liberada en el transformador. Al corregir el factor de potencia se tiene la posibilidad de incrementar carga al transformador, ya que con un factor de potencia de 0,84 se tenía una disponibilidad de aumentar carga al transformador de un 25,23%. Al corregir el factor de potencia a 0,98 la disponibilidad de aumentar carga al transformador se incrementa a un 35,93%, es decir, que del 100% de la capacidad del transformador se está utilizando un 64,07% de su capacidad y se puede incrementar la carga en un 35,93% y seguir operando con normalidad dentro de los parámetros eléctricos normales del transformador. Esto se lo puede observar en la siguiente tabla:

	FACTOR DE POTENCIA CosØ	POTENCIA Kw	$S = P / \text{CosØ}$ en (kVA)	POTENCIA LIBERADA EN EL TRANSFORMADOR kVA	P. TRANSFORMADOR UTILIZADA en %	P. TRANSFORMADOR DISPONIBLE %
INICIAL	0,84	18,84	22,43	3,20	74,77	25,23
FINAL	0,98	18,84	19,22		64,07	35,93

- Del análisis de sensibilidad se establece que para los valores actuales o menores y con una tasa de interés del 10% el proyecto es factible económicamente. Si la tasa de interés disminuye el proyecto es más rentable.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa BANCHISFOOD S.A que implemente el diseño realizado pues quedan demostradas las ventajas tanto técnicas como económicas que se producirán con la instalación de un banco de condensadores automático.
- Para los valores de potencia, corriente de los equipos y protecciones calculadas para el banco de condensadores, se recomienda seleccionar el valor de potencia y corriente más cercano al valor calculado; y, que existan en el mercado.
- Se recomienda invertir en el proyecto ya que la inversión se recupera rápidamente, tan solo por los ahorros que se tienen al evitar los recargos por bajo factor de potencia en la factura de energía eléctrica.
- Al tener la ventaja de aumentar carga al transformador, se recomienda aprovechar toda la capacidad del transformador ya sea implementando nuevas aéreas o maquinaria.
- De acuerdo al análisis de sensibilidad el proyecto debe aplicarse inmediatamente y de esta manera aprovechar los costos actuales de inversión, puesto que con estos costos el proyecto es totalmente factible.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CEVALLOS, Augusto, *Hablemos de electricidad*, Quito-Ecuador, 2009.
- [2] Codificación del reglamento de tarifas eléctricas Decreto Ejecutivo N°. 2713 de 7 de junio 2009.
- [3] CORREA, Oscar, *Estudio de Reconfiguración y Optimización de los Alimentadores de la Subestación Machala Perteneciente a la Corporación Nacional de Electricidad S.A-Regional el Oro*, Tesis UPS Facultad de Ingeniería Eléctrica, Cuenca.
- [4] BARROS, Wellington, *Corrección del factor de potencia en sistemas industriales*, Tesis EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, 1981.
- [5] EDMINISTER, Joseph y NAHVI, Mahmood, “*Circuitos Eléctricos*”, Editorial McGraw-Hill, Madrid-España, 1997.
- [6] Empresa Eléctrica Quito S.A, Departamento de Sistemas eléctricos de Potencia y Estudios
- [7] Empresa Eléctrica Quito S.A. Pliego Tarifario Vigente Periodo de consumo, 1 al 30 de septiembre 2009.
- [8] HIDALGO, Giovanny y PAGUAY, Galo, *Reducción de Pérdidas de Energía Eléctrica en los Alimentadores Mediante Compensación Reactiva Considerando Clientes Finales Industriales*, Tesis EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, Marzo.
- [9] http://es.wikipedia.org/wiki/Factor_de_potencia
- [10] JOE OLA, Boletín Electrónico N°. 01, “*Como Reducir la Factura de Energía Eléctrica Corrigiendo el Factor de Potencia*”.
- [11] OLIVERA, Jesús, *Análisis Económico de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica, Evaluación de Proyectos*, USB, Caracas, 2007

- [12] PALACIOS, Víctor, “*Análisis y Estudio Energético para Mejorar la Calidad del Servicio Eléctrico en la Fábrica Textil San Pedro*”, Tesis EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, Febrero 2009.
- [13] PÉREZ, Benigno, y otros, *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión*, Tercera Edición, Editorial Thomson Parafino, España, 2004.
- [14] www.alldatasheet.com, Film Capacitors-Power Factor Correction, March, 2009.
- [15] www.capacitores y corrección del factor de potencia.com
- [16] www.criteriosevaluacion.com Criterios Evaluación, Indicadores Económicos para el análisis de proyectos
- [17] www.Estudio para la ubicación estratégica de capacitores en la subestación de la empresa EMELNORTE.com.pdf.es
- [18] www.fluke.com, FLUKE CORPORATION, 1735 Power Logger Manual de Uso, Marzo, 2006
- [19] www.fluke.es
- [20] www.google.com, CRUZ, Osain, Evaluación Económica y Financiera de Proyectos, Noviembre 2007
- [21] www.lovatoelectric.com, 17Reguladores Automáticos para Corrección de Factor de Potencia.pdf
- [22] www.maniobras/20y/20protecciones.com
- [23] www.merlengerin.es, Compensación de Energía reactiva y filtrado de armónicos baja y media tensión Catalogo – Tarifa, Diciembre 2006.
- [24] www.sensibilidad.ppt, VÉLEZ, Ignacio, Valoración de Empresas y Análisis de Sensibilidad, Bogotá, 2003.
- [25] www.SchneiderElectric.com, “Capitulo 2 Compensación de Energía Reactiva, 2007.pdf

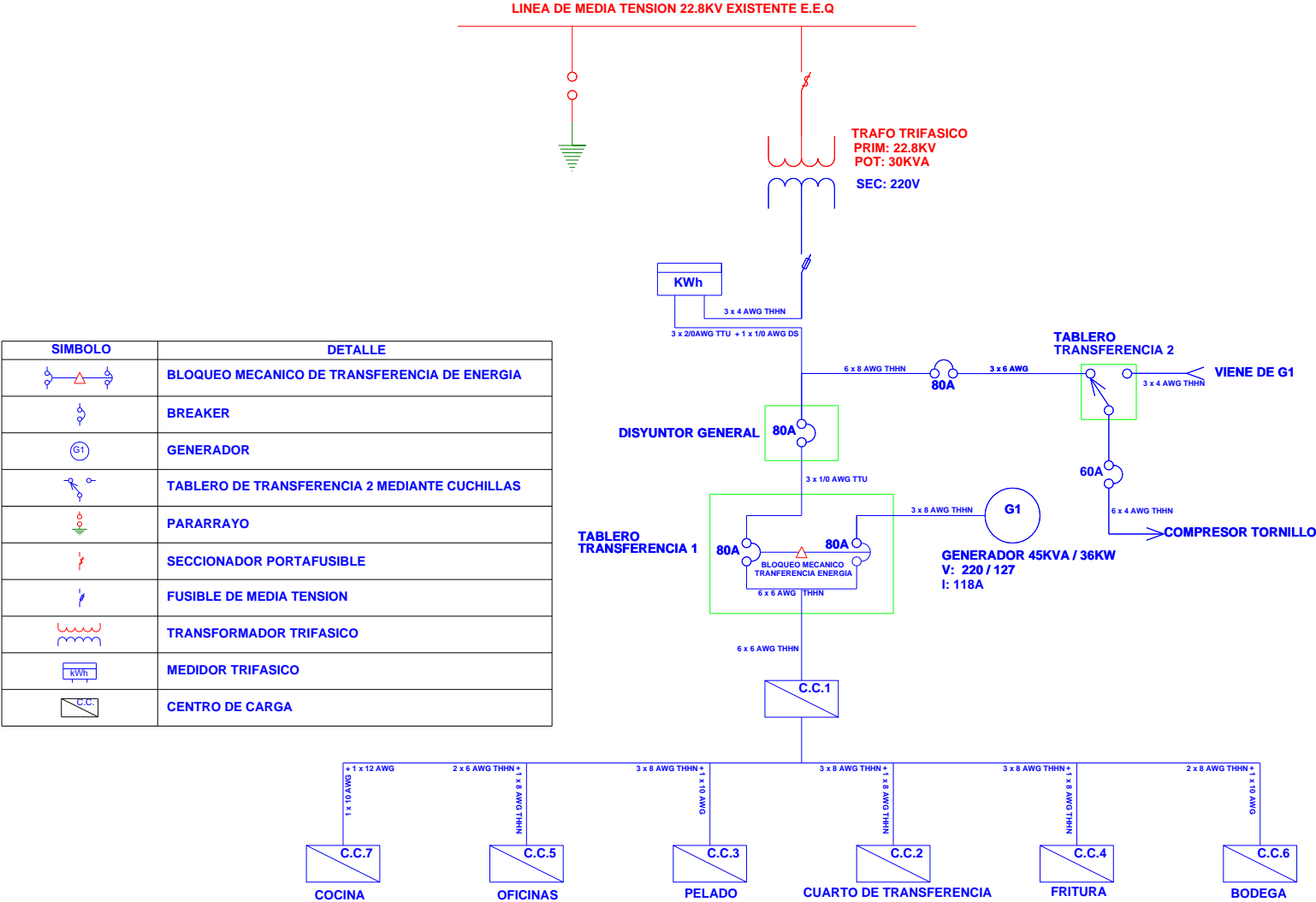
- [26] www.SchneiderElectric.com, “Catalogo General de protección y Control de Potencia 2007 Capitulo 5.
- [27] www.SchneiderElectric.com, “Guía de Diseño de Instalaciones Eléctricas 08. Capítulo L Mejora del Factor de Potencia y Filtrado de Armónicos L4.
- [28] www.T%2011051%20CAPITULO%203.pdf.com.

ANEXOS

ANEXO A

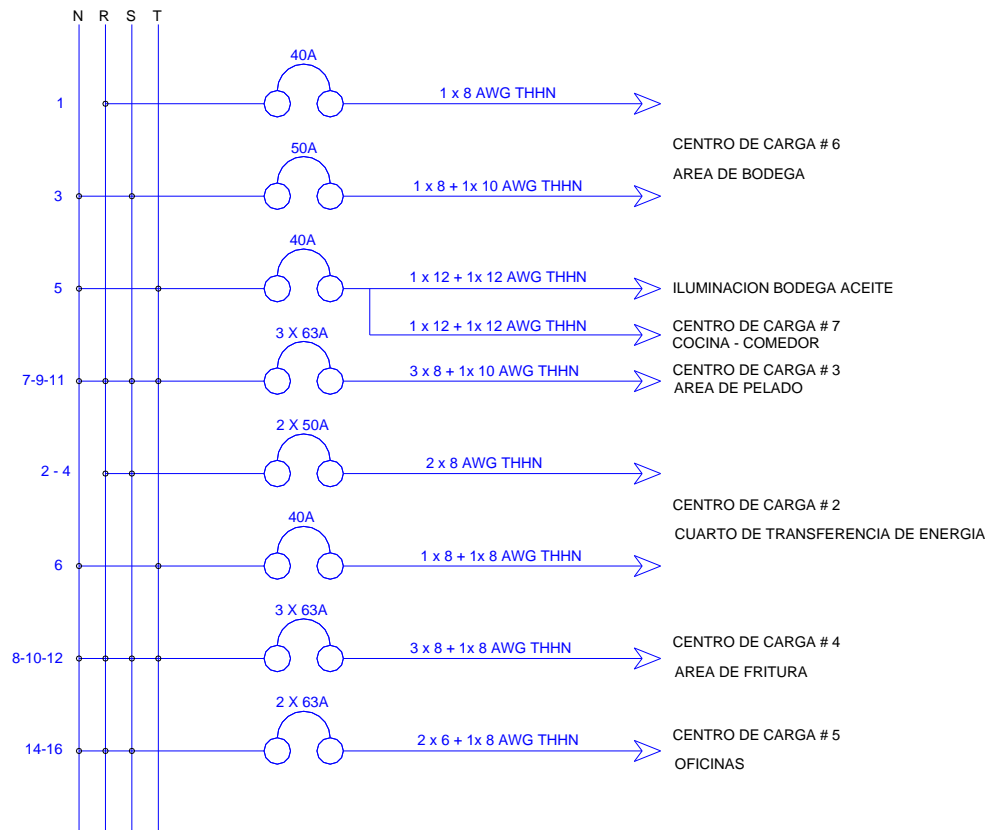
DIAGRAMAS UNIFILARES DE BANCHISFOOD S.A.

CIRCUITO UNIFILAR ELÉCTRICO DE BANCHISFOOD S.A.



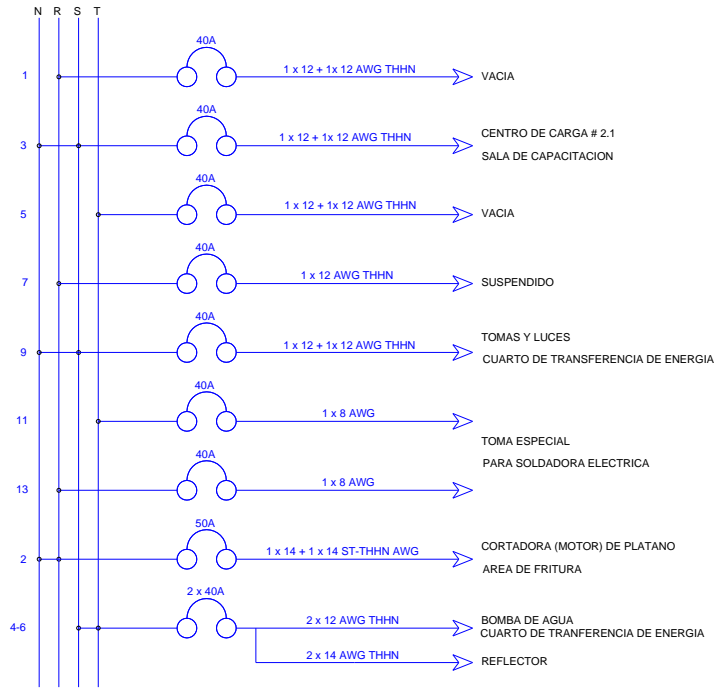
CENTRO DE CARGA PRINCIPAL: Tablero que se encuentra en el cuarto de transferencia de energía

CENTRO DE CARGA PRINCIPAL

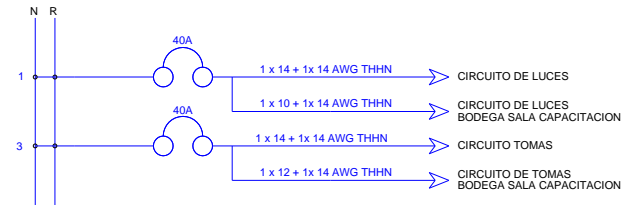


CENTRO DE CARGA 2:

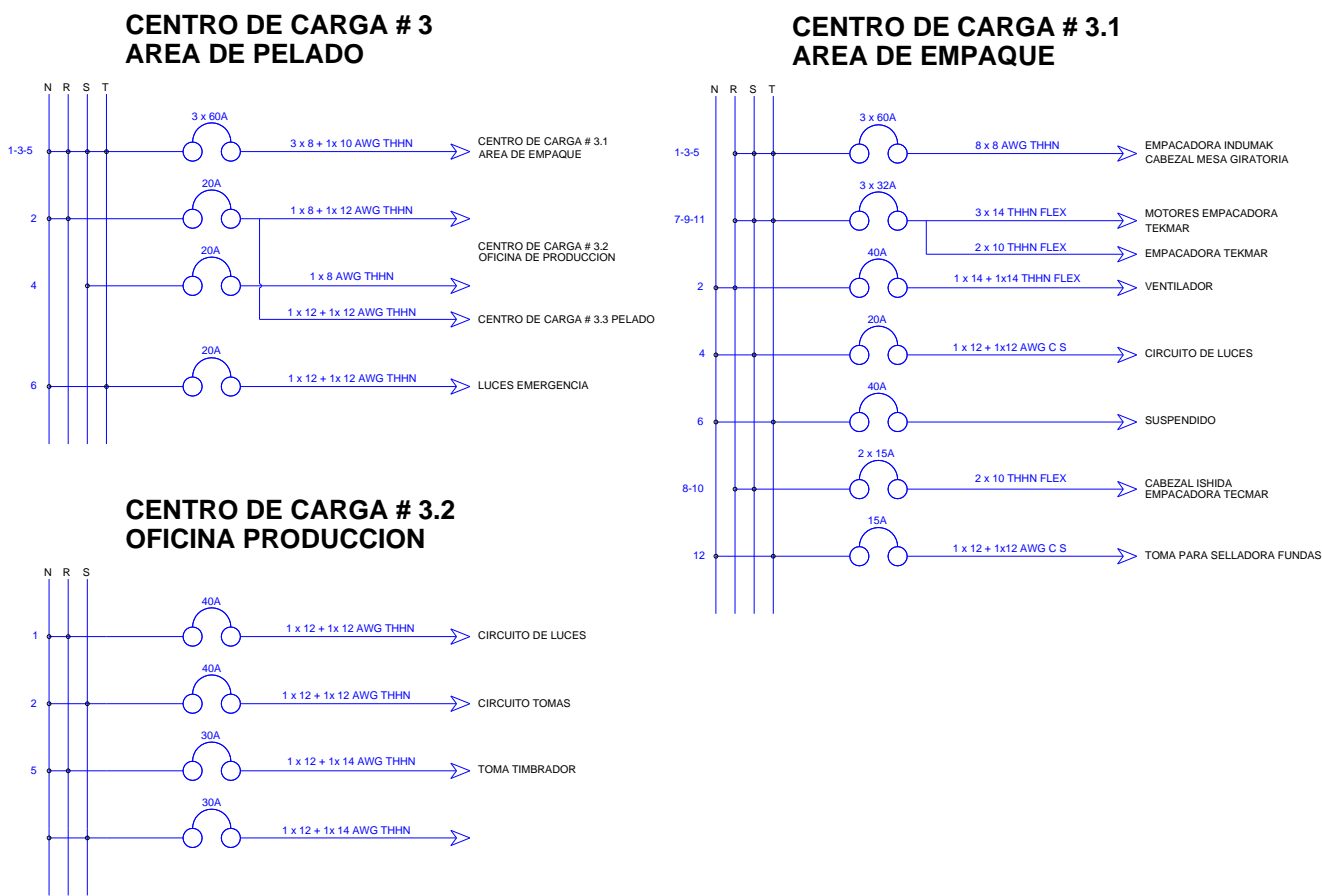
CENTRO DE CARGA # 2
CUARTO TRANSFERENCIA ENERGIA



CENTRO DE CARGA # 2.1
SALA DE CAPACITACION

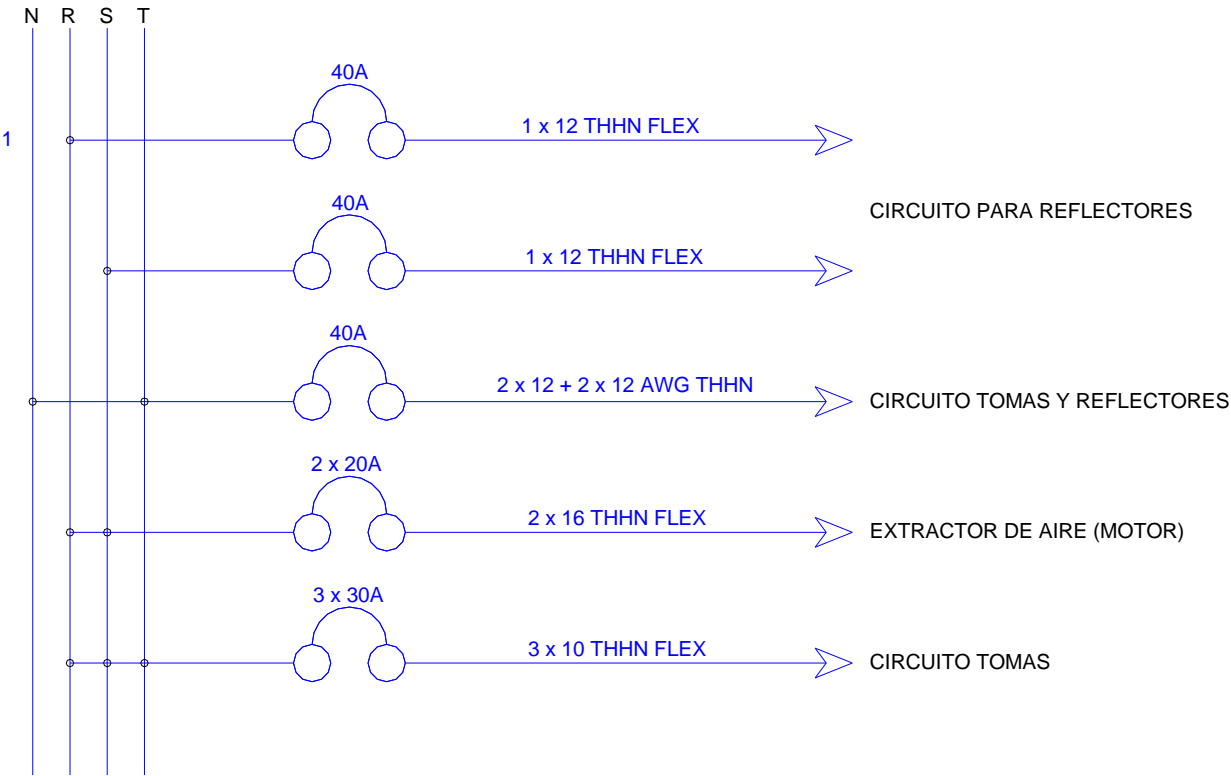


CENTRO DE CARGA 3: Área de pelado



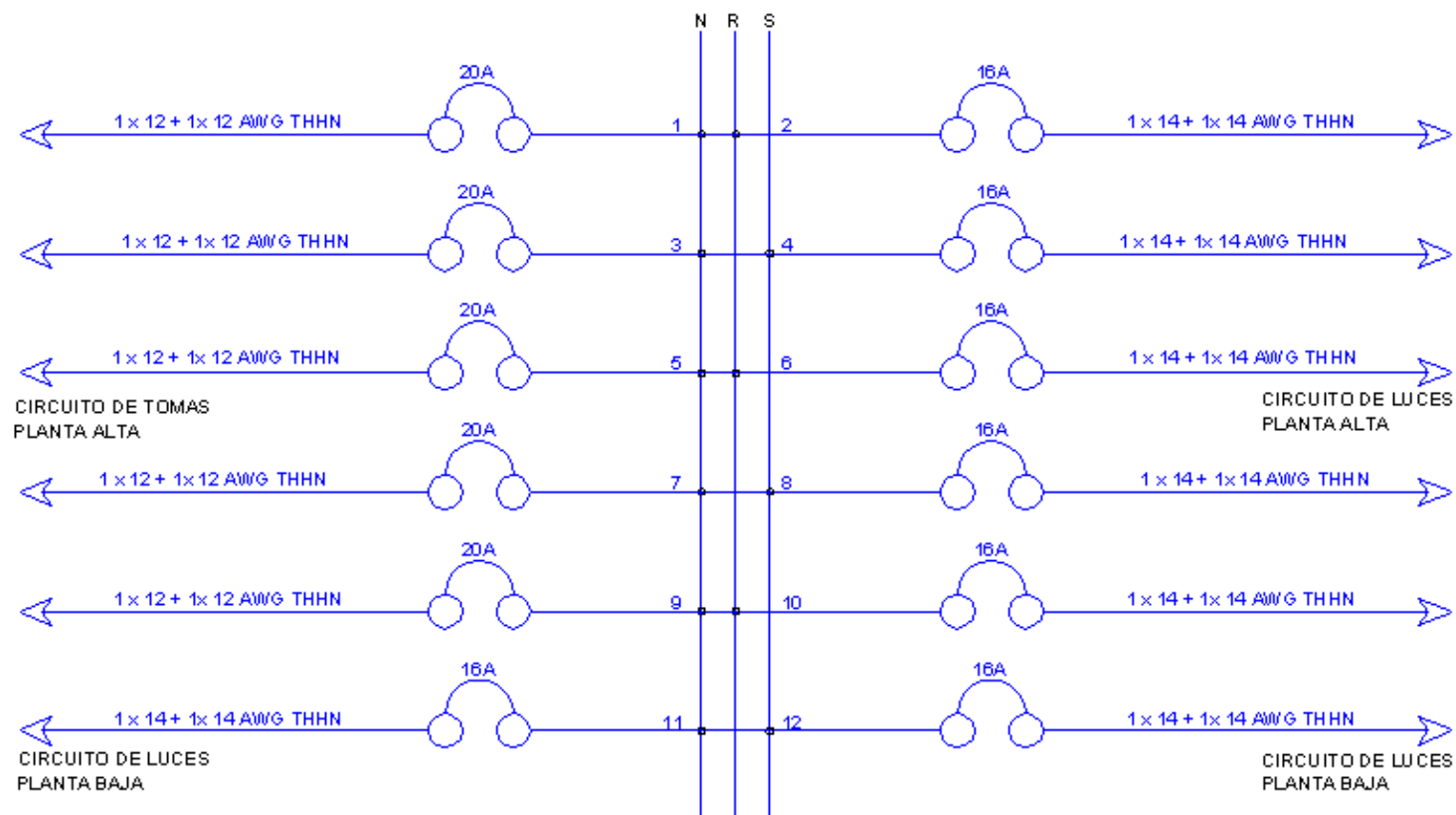
CENTRO DE CARGA 4: Área de fritura

CENTRO DE CARGA # 4
AREA DE FRITURA



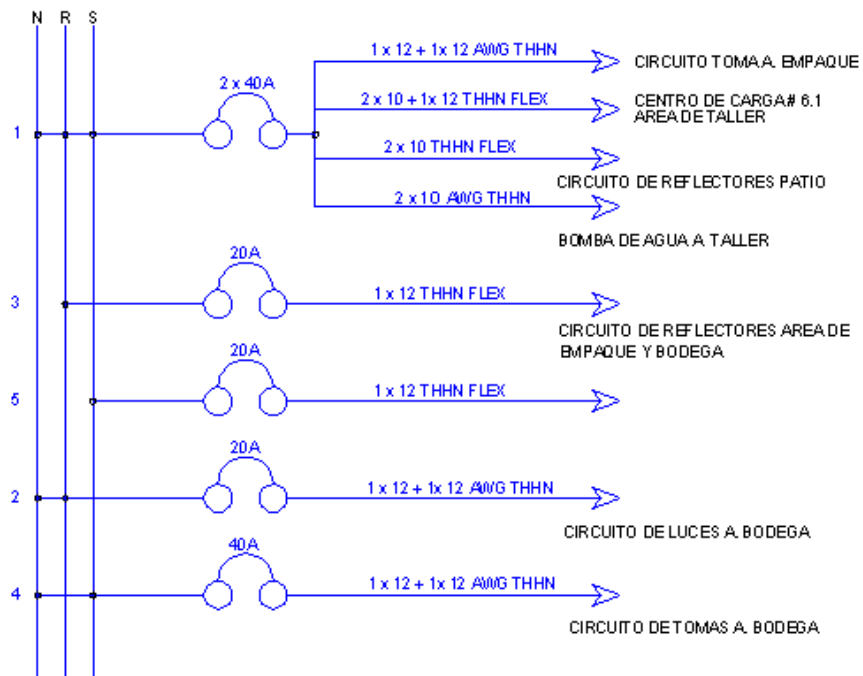
CENTRO DE CARGA 5: Área de oficinas, el tablero está ubicado en la planta baja del departamento de oficinas.

CENTRO DE CARGA # 5 OFICINAS

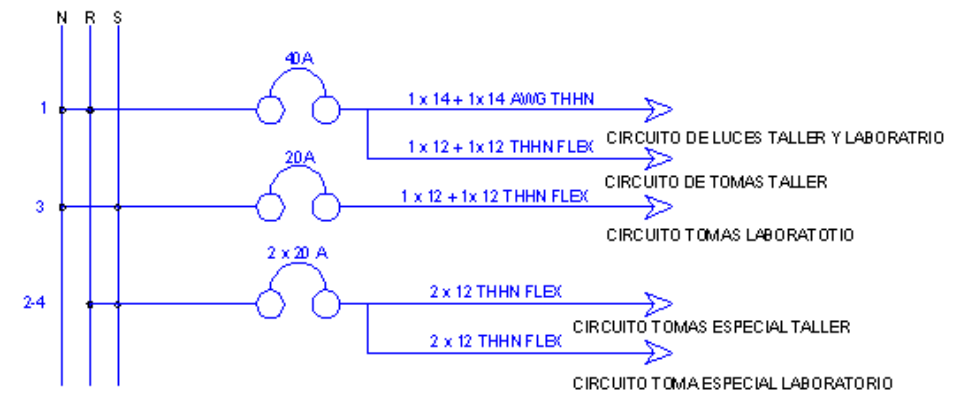


CENTRO DE CARGA 6: Área de bodega

CENTRO DE CARGA # 6 AREA DE BODEGA

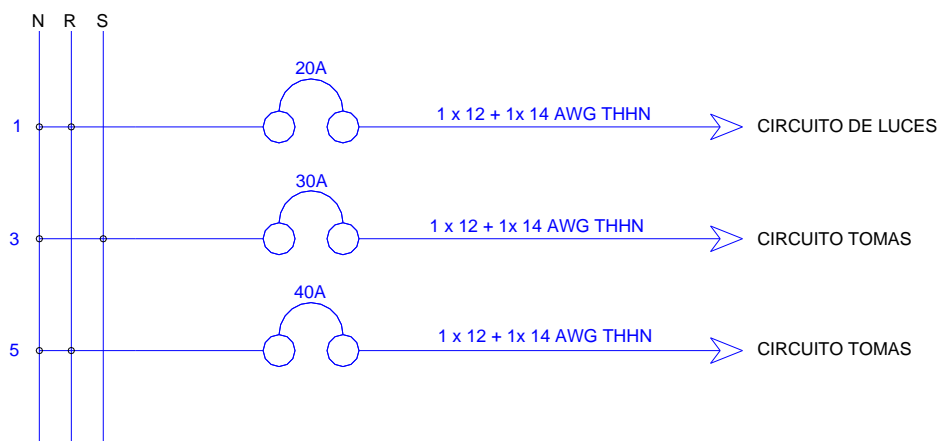


CENTRO DE CARGA # 6.1 TALLER



CENTRO DE CARGA 7: Área de cocina y comedor.

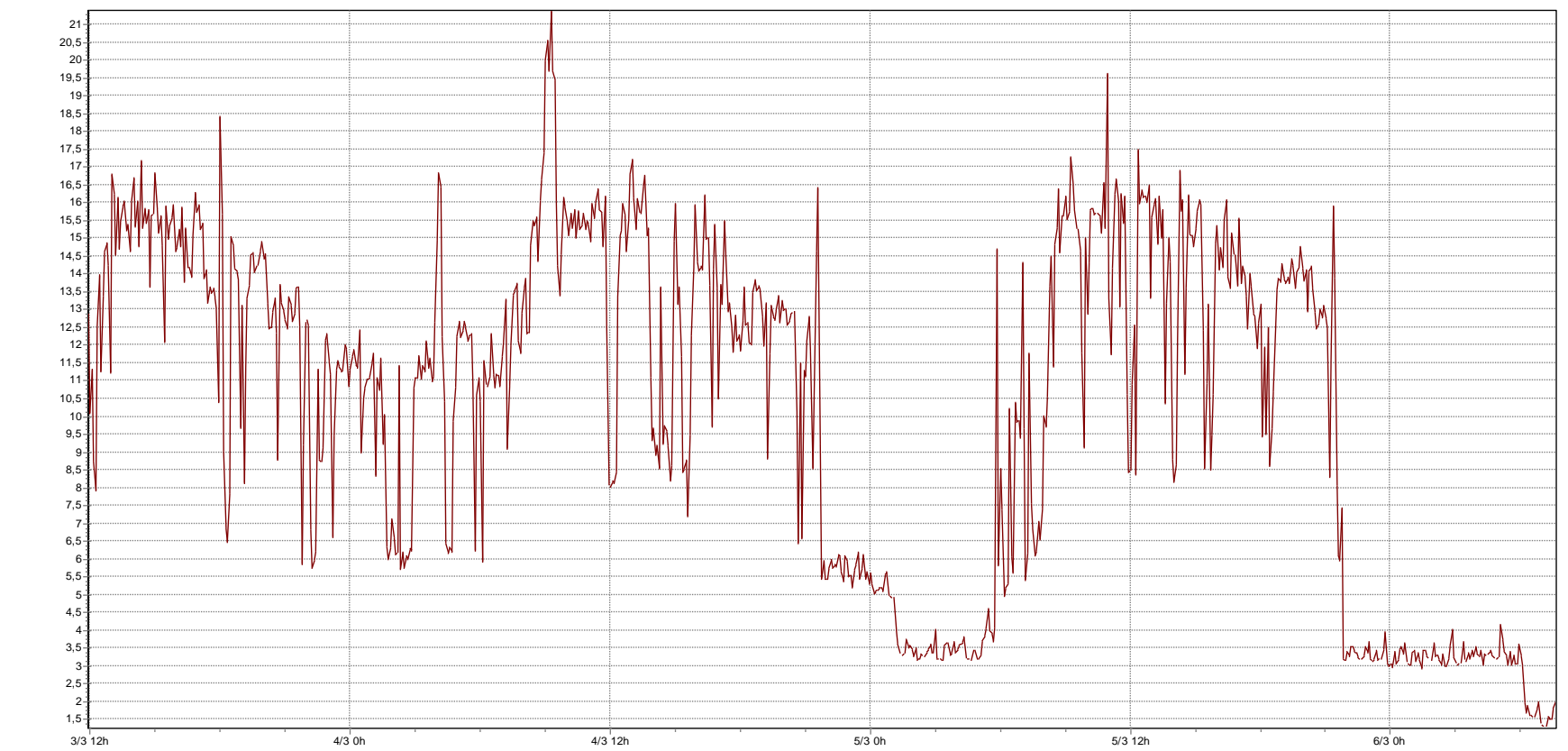
CENTRO DE CARGA # 7 COCINA - COMEDOR



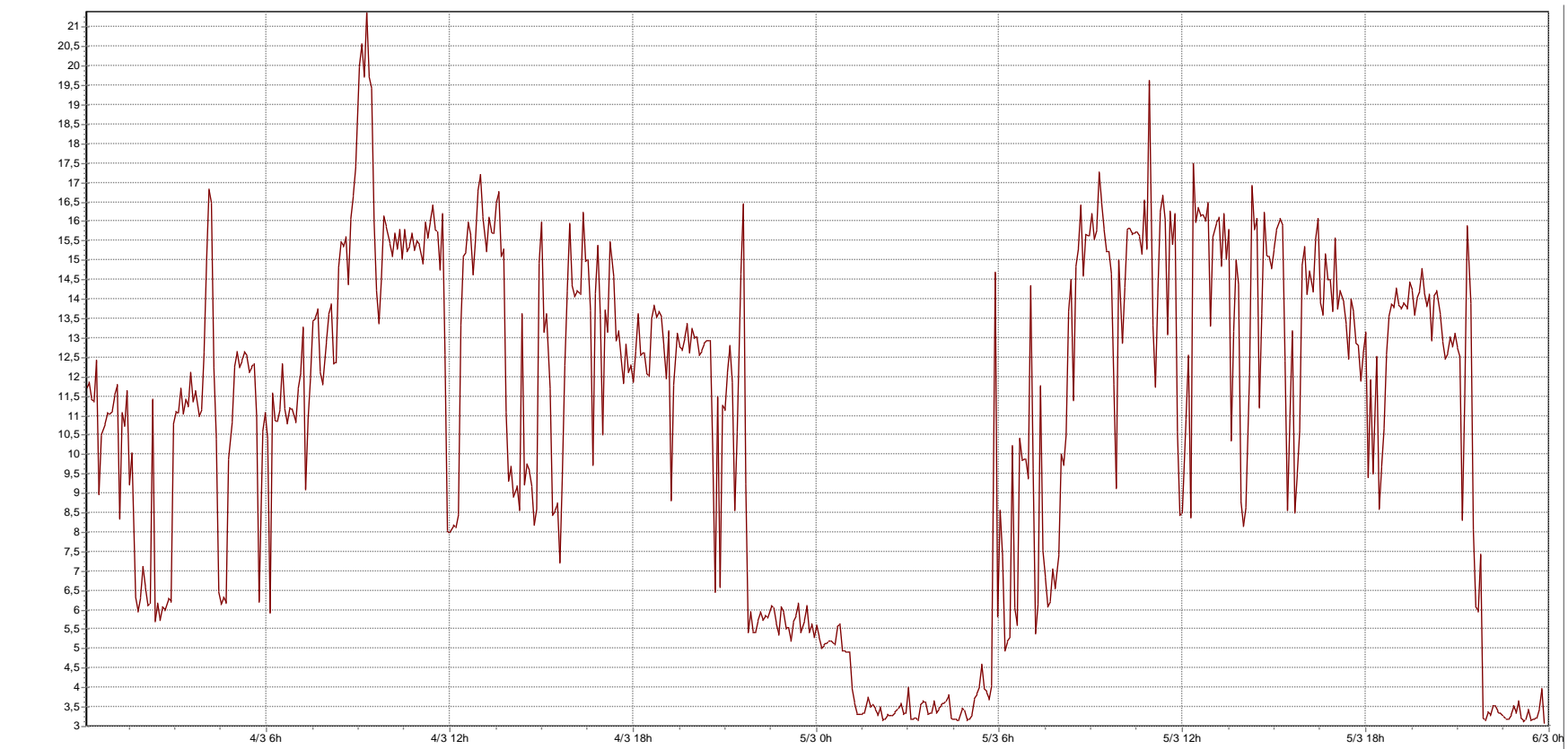
ANEXO B

CURVAS OBTENIDAS MEDIANTE EL ANALIZADOR DE CARGA FLUKE 1735

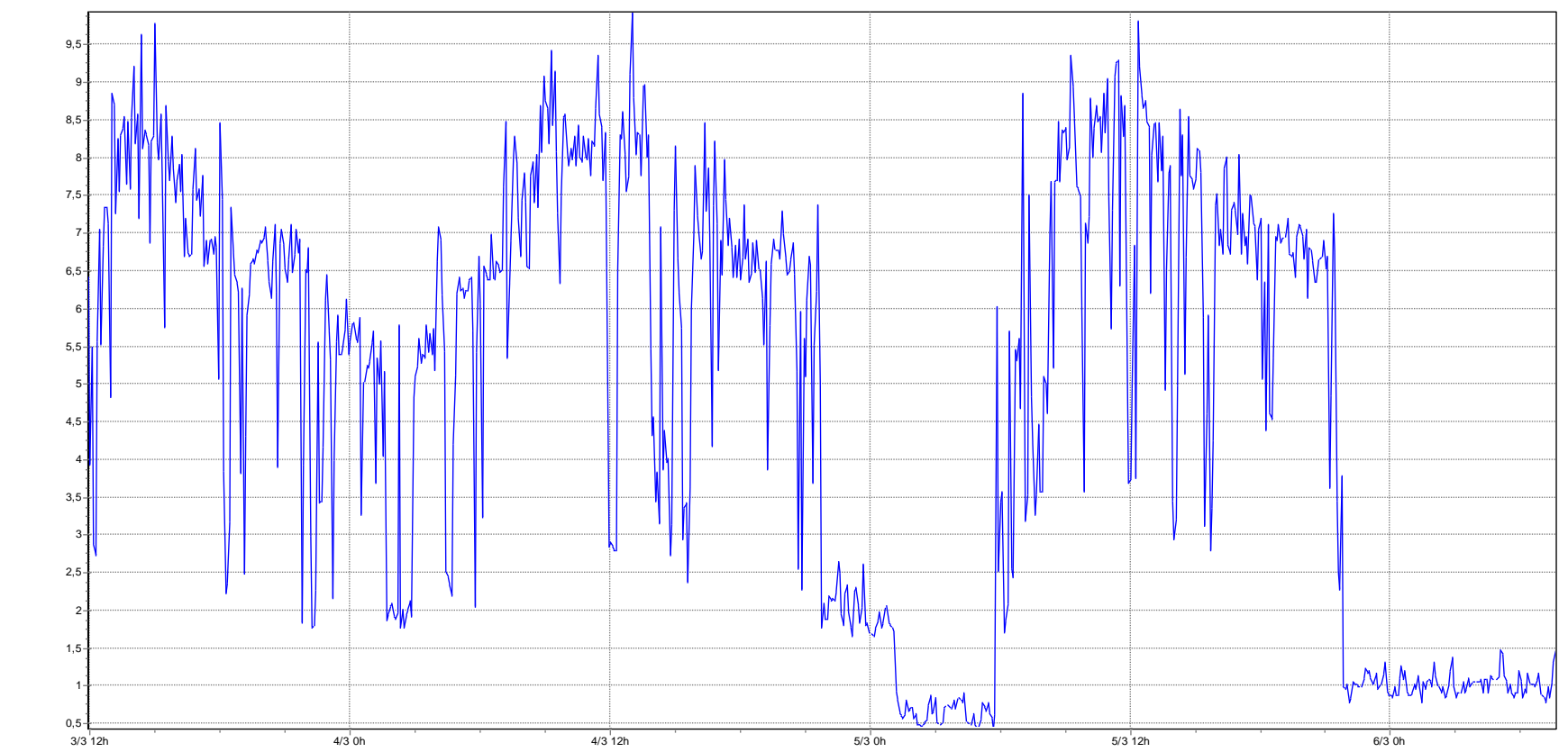
CURVAS DE POTENCIA APARENTE (kVA) DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN (03-03-2010 a 06-03-2010)



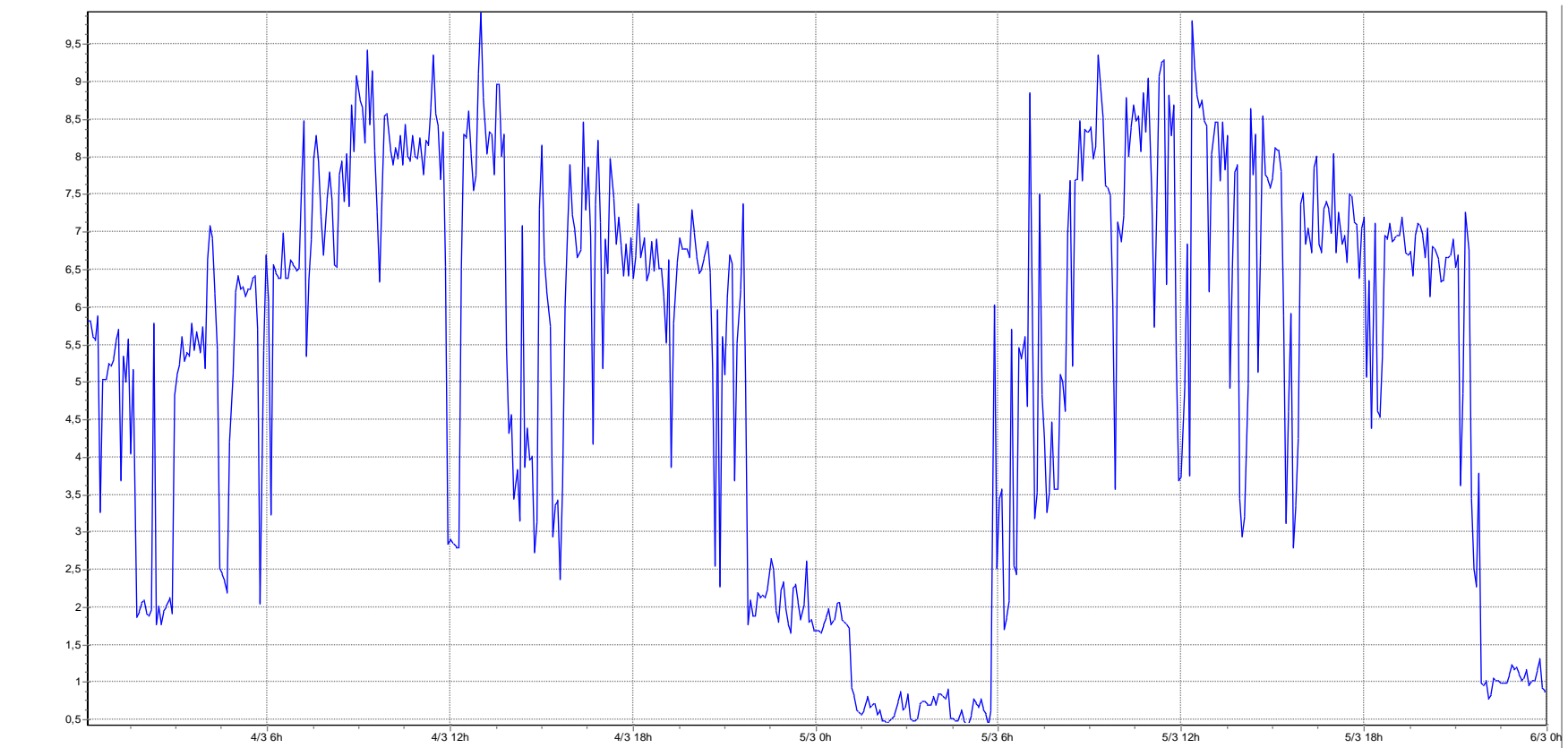
CURVAS DE POTENCIA APARENTE (kVA) DURANTE UN DÍA LABORABLE (04-03-2010 de 6:03am a 6:03pm del 05-03-2010)



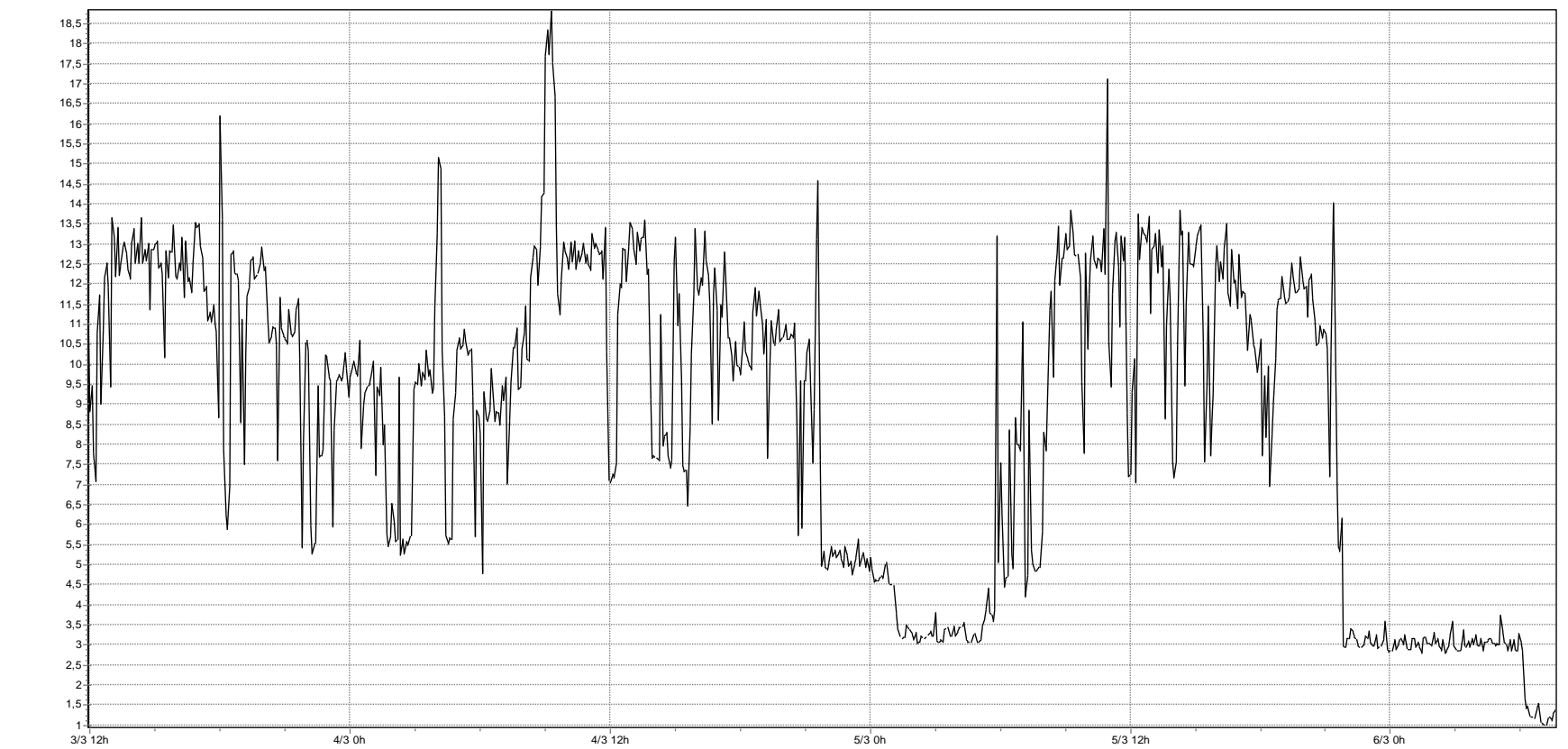
CURVAS DE POTENCIA REACTIVA (kVAr) DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN (03-03-2010 a 06-03-2010)



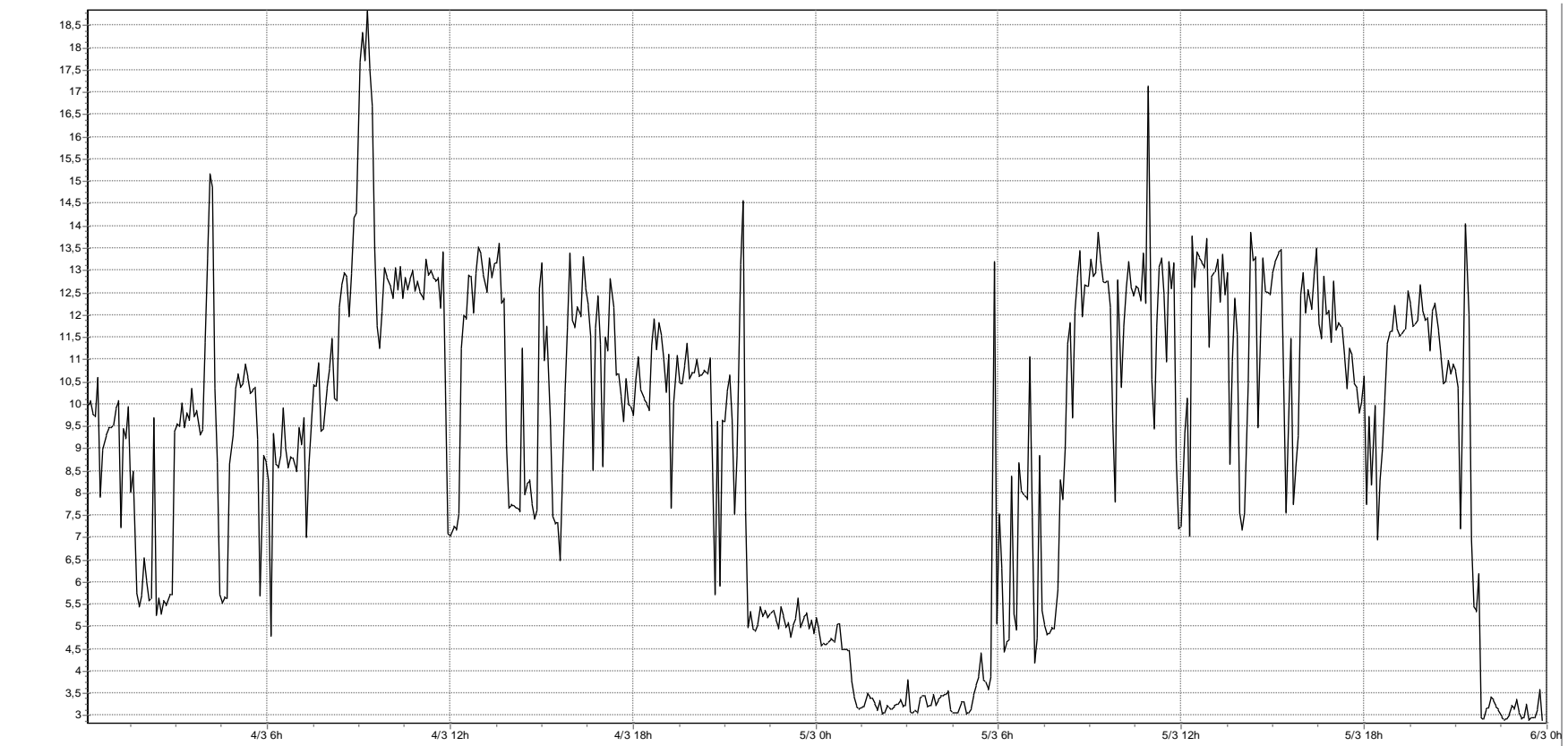
CURVAS DE POTENCIA REACTIVA (kVAr) DURANTE UN DÍA LABORABLE (04-03-2010 de 6:03am a 6:03pm del 05-03-2010)



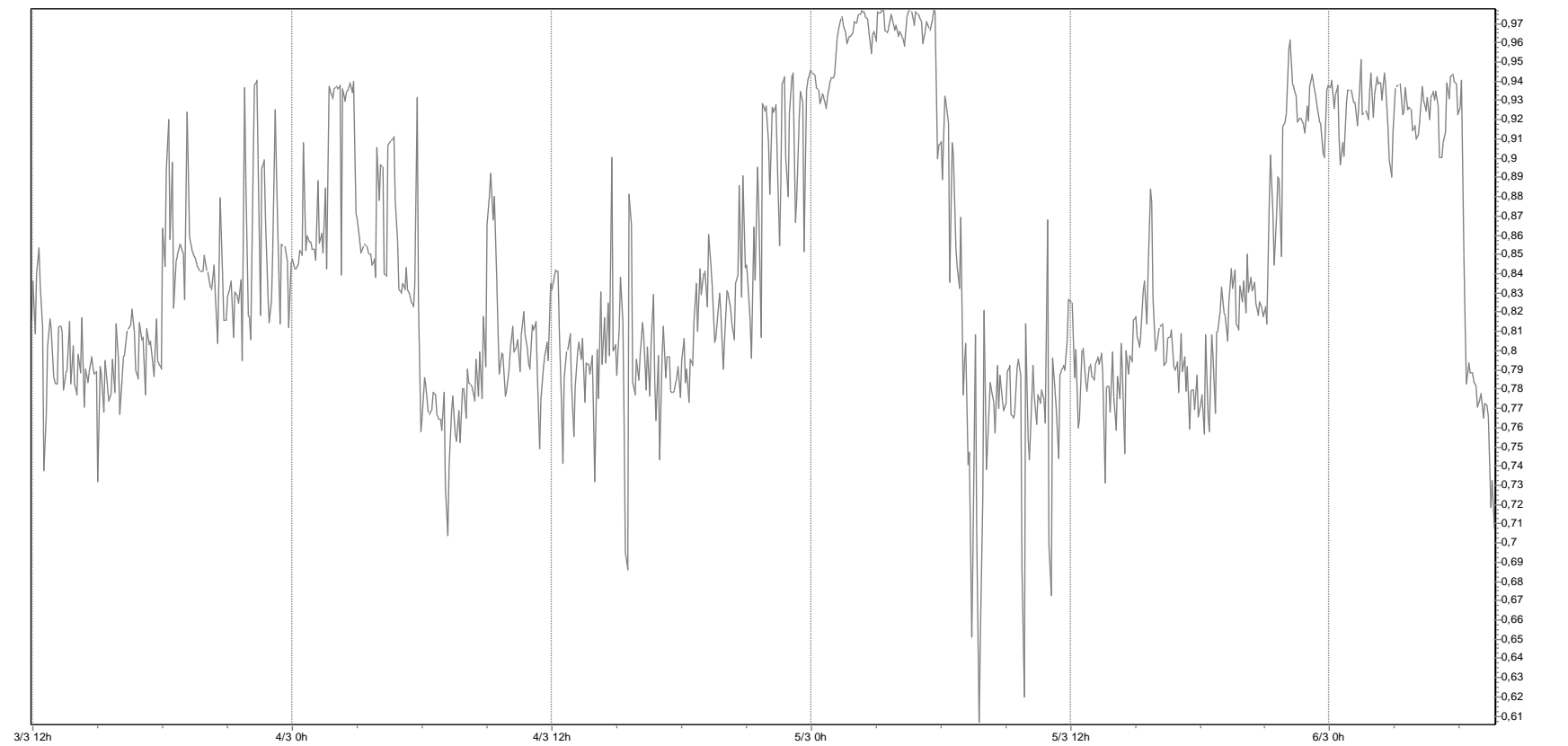
CURVAS DE POTENCIA ACTIVA DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN (03-03-2010 a 06-03-2010)



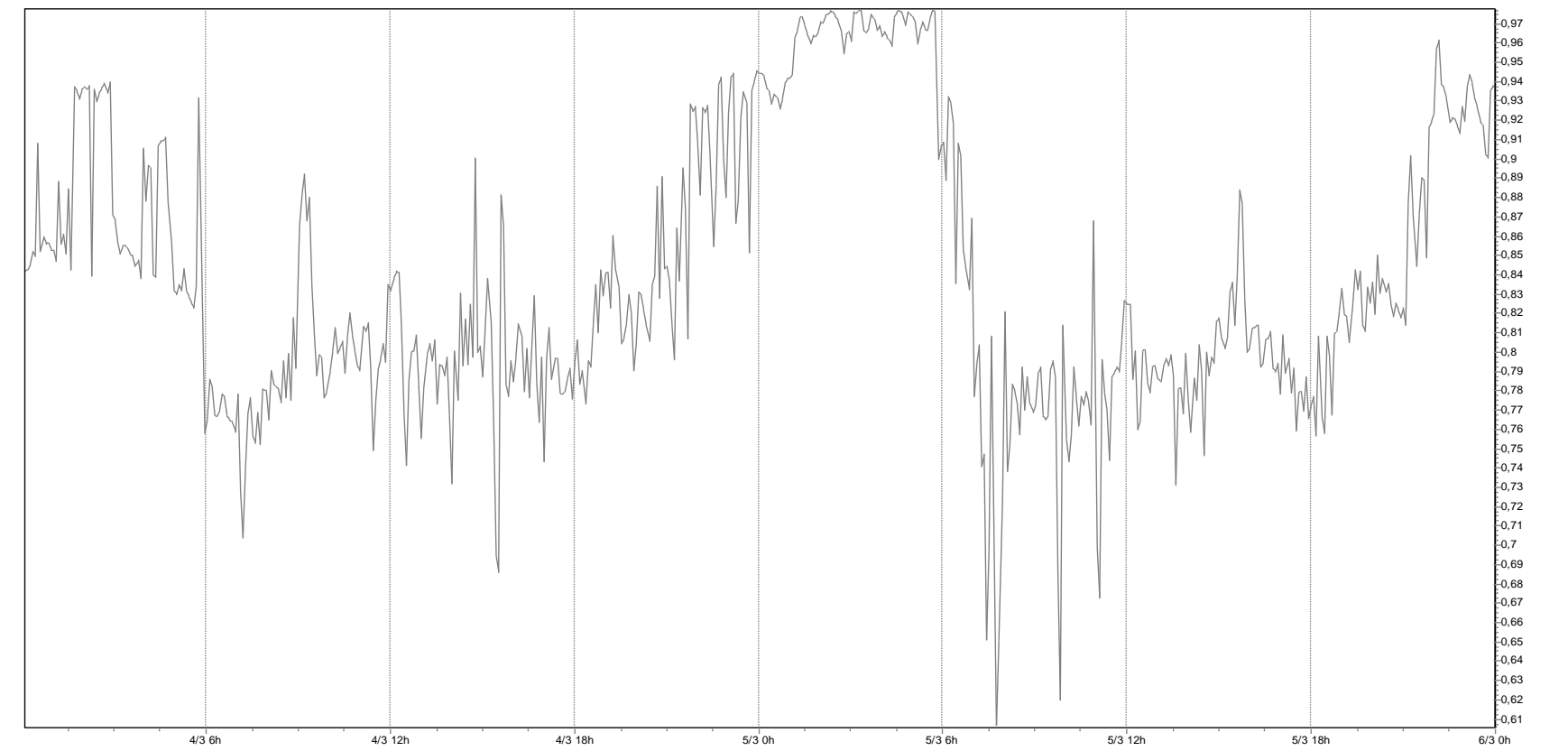
CURVAS DE POTENCIA ACTIVA DURANTE UN DÍA LABORABLE (04-03-2010 de 6:03am a 6:03pm del 05-03-2010)



CURVAS DEL F.P DURANTE TODO EL PERIODO DE MEDICIÓN (03-03-2010 a 06-03-2010)



CURVAS DEL F.P DURANTE UN DÍA LABORABLE (04-03-2010 de 6:03am a 6:03pm del 05-03-2010)



ANEXO C

PLANILLA DE CONSUMO ELÉCTRICO DE BANCHISFOOD S.A (GRANDES CLIENTES)



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1106604669
Valida hasta Enero del 2010

Fecha Emisión: 28/02/2009

Factura No. 001-007-0214136

No. Control: 94378820-02

Suministro: 943788-6 BANCHISFOOD S.A.

Fax: 2335181

R.U.C.: 1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-0860

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso:

Dpto:

Intersección: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-0819

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Intersección: CONDORAZO-FAJARDO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2009/01/26

Hasta: 2009/02/26 Dias Factu.: 31

Factor de multiplicación: 1.00

Constante: 1.00

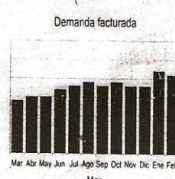
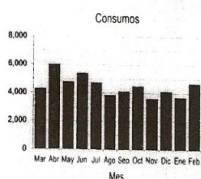
Recargo Pérdidas en Transformación: 0 %

Lectura

Medidor	Descripcion	Actual	Anterior	Consumo	Tipo Lect
75000701	Activa 22h - 07h	78930.250	78273.980	656.27	TOMADA
75000701	Activa 07h - 22h	202535.000	198498.000	4037	TOMADA
75000701	Demanda Normal-Lec.Dir	20.550	21.580	20.55	TOMADA
75000701	Demanda Pico-Lec.Direc	15.950	14.210	15.95	TOMADA
75000701	Reactiva Normal	155911.820	153565.550	2346.27	TOMADA

Factor Potencia: 0.89

Factor Corrección: 0.78



INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Concepto	Valor
DEMANDA	21 Kw 66.74
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.89 12.74
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	4037Kwh 274.52
CONSUMO 22h - 07h	656Kwh 35.42
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	390.83
ALUMBRADO PUBLICO	22.28
IMPUESTO BOMBEROS	12.00
TASA RECOLECCION BAS	39.08
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	73.36
TOTAL A PAGAR:	464.19

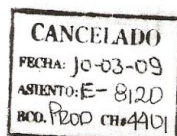
Fecha Facturación: 2009/02/28

Pagar Hasta: 2009/03/13

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 413.11

Ejecutivo de cuenta: FANNY LUISA MENDEZ BONILLA
Telfs: 2544958/2904467/2542860
e_mail: fmendez@eeq.com.ec

ext 3714



IMPRESO POR FESARECUDOR S.A. 2008-12-12 / 36734221 M.O.C.

ANEXO D

REGISTRO DE POTENCIA (DEMANDA) CON EL ANALIZADOR DE CARGA PERÍODOS DE MEDICIÓN MÁXIMOS POSIBLES

Función de medición	Intervalo promedio	Tiempo de registro
V/A/Hz, Armónicos, Potencia	1 s	1 hora, 12 minutos
	2 s	2 horas, 24 minutos
	5 s	6 horas
	10 s	12 horas
	30 s	1 día, 12 horas
	1 min	3 días
	5 min	15 días
	10 min	30 días
	15 min	45 días

ANEXO E

VALORES TOTALES OBTENIDOS POR EL ANALIZADOR DE CARGA DE POTENCIA ACTIVA (P), POTENCIA REACTIVA (Q) Y FACTOR DE POTENCIA (CosØ) DESDE LAS 6:03 AM DEL 04 DE MARZO A LAS 6:03 AM DEL 05 DE MARZO DEL 2010

HORA	P _{TOTAL} (W)	Q _{TOTAL} (VAr)	CosØ _{TOTAL}
04/03/2010 6:03	4800	3240	0,79
04/03/2010 6:18	8580	6390	0,77
04/03/2010 6:33	9000	6390	0,78
04/03/2010 6:48	8790	6570	0,76
04/03/2010 7:03	9090	7620	0,73
04/03/2010 7:18	8610	6360	0,77
04/03/2010 7:33	10410	8280	0,75
04/03/2010 7:48	9480	6690	0,78
04/03/2010 8:03	11460	7410	0,79
04/03/2010 8:18	12180	7770	0,78
04/03/2010 8:33	12840	8040	0,78
04/03/2010 8:48	14190	8070	0,82
04/03/2010 9:03	18360	8640	0,88
04/03/2010 9:18	17520	8430	0,88
04/03/2010 9:33	11760	7260	0,79
04/03/2010 9:48	13050	8550	0,78
04/03/2010 10:03	12390	7890	0,80
04/03/2010 10:18	13080	8280	0,80
04/03/2010 10:33	12570	8010	0,81
04/03/2010 10:48	12540	8010	0,80
04/03/2010 11:03	12360	7770	0,81
04/03/2010 11:18	13020	8670	0,79
04/03/2010 11:33	12840	8400	0,79
04/03/2010 11:48	10290	6540	0,80
04/03/2010 12:03	7260	2850	0,84
04/03/2010 12:18	11250	6510	0,81
04/03/2010 12:33	12900	8610	0,79
04/03/2010 12:48	12960	7770	0,81
04/03/2010 13:03	12900	8790	0,78
04/03/2010 13:18	12840	8310	0,80
04/03/2010 13:33	13620	8970	0,79
04/03/2010 13:48	9090	5460	0,80
04/03/2010 14:03	7710	3450	0,80
04/03/2010 14:18	11250	7080	0,79
04/03/2010 14:33	8310	3960	0,83
04/03/2010 14:48	7650	3150	0,80

04/03/2010 15:03	10980	6660	0,81
04/03/2010 15:18	7470	2940	0,76
04/03/2010 15:33	6480	2370	0,88
04/03/2010 15:48	11760	6990	0,78
04/03/2010 16:03	11730	7020	0,80
04/03/2010 16:18	13320	8460	0,78
04/03/2010 16:33	11490	6930	0,80
04/03/2010 16:48	12420	8220	0,76
04/03/2010 17:03	11490	6900	0,80
04/03/2010 17:18	12150	7440	0,80
04/03/2010 17:33	10170	6810	0,78
04/03/2010 17:48	9990	6420	0,79
04/03/2010 18:03	10530	6690	0,81
04/03/2010 18:18	10110	6930	0,77
04/03/2010 18:33	11310	6870	0,82
04/03/2010 18:48	11820	6510	0,84
04/03/2010 19:03	10260	5520	0,84
04/03/2010 19:18	10020	5790	0,84
04/03/2010 19:33	10470	6780	0,81
04/03/2010 19:48	10560	6660	0,82
04/03/2010 20:03	11010	6660	0,83
04/03/2010 20:18	10770	6660	0,81
04/03/2010 20:33	8460	5160	0,84
04/03/2010 20:48	5910	2280	0,89
04/03/2010 21:03	10290	6120	0,84
04/03/2010 21:18	7530	3690	0,86
04/03/2010 21:33	14580	7380	0,87
04/03/2010 21:48	5340	2100	0,92
04/03/2010 22:03	5070	2190	0,88
04/03/2010 22:18	5370	2130	0,93
04/03/2010 22:33	5370	2490	0,89
04/03/2010 22:48	5460	2220	0,90
04/03/2010 23:03	5100	1770	0,94
04/03/2010 23:18	5190	2310	0,88
04/03/2010 23:33	5220	2040	0,93
04/03/2010 23:48	5160	1830	0,94
05/03/2010 0:03	4920	1680	0,94
05/03/2010 0:18	4590	1860	0,94
05/03/2010 0:33	4650	1830	0,93
05/03/2010 0:48	4500	1830	0,94
05/03/2010 1:03	4470	1710	0,94
05/03/2010 1:18	3210	630	0,97
05/03/2010 1:33	3210	630	0,97
05/03/2010 1:48	3390	690	0,96
05/03/2010 2:03	3330	630	0,97
05/03/2010 2:18	3240	450	0,98

05/03/2010 2:33	3240	570	0,97
05/03/2010 2:48	3210	630	0,97
05/03/2010 3:03	3090	510	0,98
05/03/2010 3:18	3060	510	0,98
05/03/2010 3:33	3450	750	0,97
05/03/2010 3:48	3480	810	0,97
05/03/2010 4:03	3450	840	0,97
05/03/2010 4:18	3570	900	0,96
05/03/2010 4:33	3060	480	0,98
05/03/2010 4:48	3300	480	0,98
05/03/2010 5:03	3180	570	0,97
05/03/2010 5:18	3900	660	0,97
05/03/2010 5:33	3750	570	0,97
05/03/2010 5:48	13200	6030	0,90
05/03/2010 6:03	6300	3570	0,89

ANEXO F

CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA Q_c CON LOS DATOS OBTENIDOS POR EL ANALIZADOR DE CARGA DESDE LAS 6:03 AM DEL 04 DE MARZO A LAS 6:03 AM DEL 05 DE MARZO DEL 2010

HORA	P_{TOTAL} (W)	$\cos\phi_{TOTAL}$	ϕ inicial	ϕ final	$Q_c = P(\tan\phi_i - \tan\phi_f)$
04/03/2010 6:03	4800	0,79	0,67	0,20	2800,75
04/03/2010 6:18	8580	0,77	0,70	0,20	5435,50
04/03/2010 6:33	9000	0,78	0,68	0,20	5487,67
04/03/2010 6:48	8790	0,76	0,70	0,20	5638,48
04/03/2010 7:03	9090	0,73	0,75	0,20	6689,49
04/03/2010 7:18	8610	0,77	0,70	0,20	5431,71
04/03/2010 7:33	10410	0,75	0,72	0,20	6983,10
04/03/2010 7:48	9480	0,78	0,67	0,20	5655,74
04/03/2010 8:03	11460	0,79	0,66	0,20	6536,93
04/03/2010 8:18	12180	0,78	0,68	0,20	7298,53
04/03/2010 8:33	12840	0,78	0,68	0,20	7795,28
04/03/2010 8:48	14190	0,82	0,61	0,20	7097,02
04/03/2010 9:03	18360	0,88	0,49	0,20	6131,56
04/03/2010 9:18	17520	0,88	0,49	0,20	5898,71
04/03/2010 9:33	11760	0,79	0,66	0,20	6800,28
04/03/2010 9:48	13050	0,78	0,68	0,20	7957,13
04/03/2010 10:03	12390	0,80	0,64	0,20	6776,60
04/03/2010 10:18	13080	0,80	0,64	0,20	7085,89
04/03/2010 10:33	12570	0,81	0,63	0,20	6613,42
04/03/2010 10:48	12540	0,80	0,64	0,20	6858,64
04/03/2010 11:03	12360	0,81	0,62	0,20	6342,32
04/03/2010 11:18	13020	0,79	0,66	0,20	7460,80
04/03/2010 11:33	12840	0,79	0,66	0,20	7324,10
04/03/2010 11:48	10290	0,80	0,65	0,20	5762,11
04/03/2010 12:03	7260	0,84	0,58	0,20	3234,25
04/03/2010 12:18	11250	0,81	0,62	0,20	5801,98
04/03/2010 12:33	12900	0,79	0,67	0,20	7560,79
04/03/2010 12:48	12960	0,81	0,63	0,20	6784,92
04/03/2010 13:03	12900	0,78	0,67	0,20	7696,10
04/03/2010 13:18	12840	0,80	0,65	0,20	7156,56
04/03/2010 13:33	13620	0,79	0,65	0,20	7662,35
04/03/2010 13:48	9090	0,80	0,65	0,20	5042,74
04/03/2010 14:03	7710	0,80	0,64	0,20	4196,84
04/03/2010 14:18	11250	0,79	0,66	0,20	6358,39
04/03/2010 14:33	8310	0,83	0,60	0,20	4005,01
04/03/2010 14:48	7650	0,80	0,64	0,20	4184,10
04/03/2010 15:03	10980	0,81	0,62	0,20	5662,73

04/03/2010 15:18	7470	0,76	0,70	0,20	4811,59
04/03/2010 15:33	6480	0,88	0,49	0,20	2164,08
04/03/2010 15:48	11760	0,78	0,68	0,20	7139,61
04/03/2010 16:03	11730	0,80	0,65	0,20	6507,30
04/03/2010 16:18	13320	0,78	0,68	0,20	8016,64
04/03/2010 16:33	11490	0,80	0,64	0,20	6194,63
04/03/2010 16:48	12420	0,76	0,70	0,20	7967,00
04/03/2010 17:03	11490	0,80	0,65	0,20	6374,16
04/03/2010 17:18	12150	0,80	0,65	0,20	6740,30
04/03/2010 17:33	10170	0,78	0,68	0,20	6147,55
04/03/2010 17:48	9990	0,79	0,66	0,20	5672,33
04/03/2010 18:03	10530	0,81	0,63	0,20	5594,88
04/03/2010 18:18	10110	0,77	0,69	0,20	6244,42
04/03/2010 18:33	11310	0,82	0,62	0,20	5744,76
04/03/2010 18:48	11820	0,84	0,57	0,20	5142,12
04/03/2010 19:03	10260	0,84	0,57	0,20	4517,12
04/03/2010 19:18	10020	0,84	0,57	0,20	4359,06
04/03/2010 19:33	10470	0,81	0,63	0,20	5508,56
04/03/2010 19:48	10560	0,82	0,61	0,20	5254,06
04/03/2010 20:03	11010	0,83	0,59	0,20	5134,43
04/03/2010 20:18	10770	0,81	0,62	0,20	5498,46
04/03/2010 20:33	8460	0,84	0,57	0,20	3746,74
04/03/2010 20:48	5910	0,89	0,47	0,20	1811,33
04/03/2010 21:03	10290	0,84	0,58	0,20	4664,62
04/03/2010 21:18	7530	0,86	0,53	0,20	2859,04
04/03/2010 21:33	14580	0,87	0,51	0,20	5145,58
04/03/2010 21:48	5340	0,92	0,39	0,20	1125,60
04/03/2010 22:03	5070	0,88	0,49	0,20	1693,19
04/03/2010 22:18	5370	0,93	0,38	0,20	1065,56
04/03/2010 22:33	5370	0,89	0,48	0,20	1705,18
04/03/2010 22:48	5460	0,90	0,45	0,20	1520,21
04/03/2010 23:03	5100	0,94	0,34	0,20	781,41
04/03/2010 23:18	5190	0,88	0,49	0,20	1747,39
04/03/2010 23:33	5220	0,93	0,38	0,20	1035,80
04/03/2010 23:48	5160	0,94	0,35	0,20	825,05
05/03/2010 0:03	4920	0,94	0,34	0,20	720,58
05/03/2010 0:18	4590	0,94	0,36	0,20	794,11
05/03/2010 0:33	4650	0,93	0,37	0,20	864,18
05/03/2010 0:48	4500	0,94	0,35	0,20	734,40
05/03/2010 1:03	4470	0,94	0,34	0,20	654,68
05/03/2010 1:18	3210	0,97	0,23	0,20	109,63
05/03/2010 1:33	3210	0,97	0,27	0,20	220,54
05/03/2010 1:48	3390	0,96	0,27	0,20	260,34
05/03/2010 2:03	3330	0,97	0,25	0,20	158,39
05/03/2010 2:18	3240	0,98	0,21	0,20	49,25
05/03/2010 2:33	3240	0,97	0,24	0,20	125,36

05/03/2010 2:48	3210	0,97	0,27	0,20	220,54
05/03/2010 3:03	3090	0,98	0,22	0,20	62,01
05/03/2010 3:18	3060	0,98	0,21	0,20	46,51
05/03/2010 3:33	3450	0,97	0,25	0,20	193,85
05/03/2010 3:48	3480	0,97	0,26	0,20	224,75
05/03/2010 4:03	3450	0,97	0,26	0,20	222,81
05/03/2010 4:18	3570	0,96	0,29	0,20	343,73
05/03/2010 4:33	3060	0,98	0,21	0,20	46,51
05/03/2010 4:48	3300	0,98	0,22	0,20	66,22
05/03/2010 5:03	3180	0,97	0,25	0,20	151,26
05/03/2010 5:18	3900	0,97	0,24	0,20	168,33
05/03/2010 5:33	3750	0,97	0,23	0,20	128,07
05/03/2010 5:48	13200	0,90	0,45	0,20	3712,68
05/03/2010 6:03	6300	0,89	0,48	0,20	1965,74

ANEXO G

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE MINIATURA RISESUN

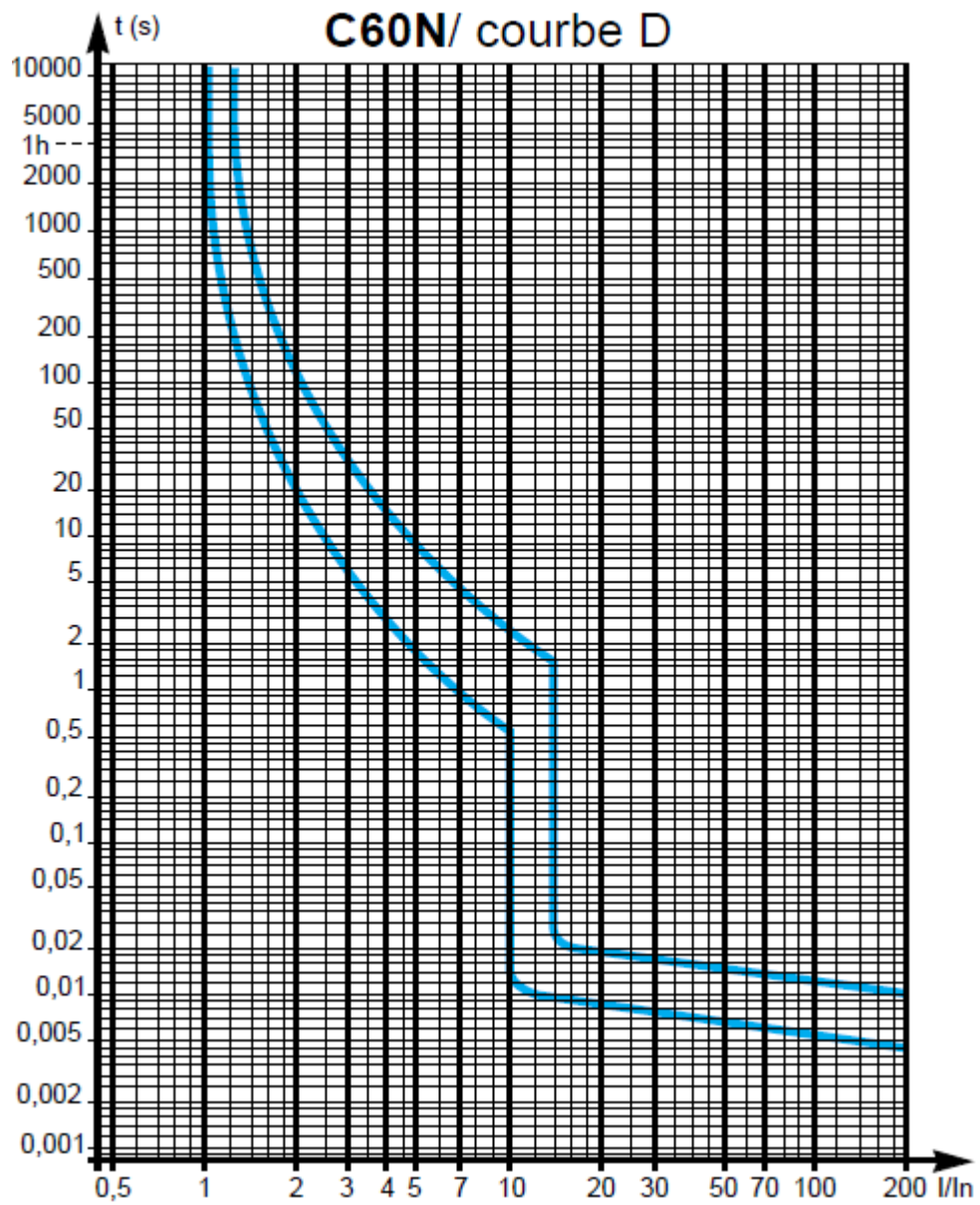


REFERENCIA	CARTON	CARACTERISTICA	AMPERAJE	MAXIMO V.A.	MAX. DIAMETRO CABLE	MAX. USO DE BARRA DE COBRE ANCHO
TAF2 60/5A	1	TRANSFORM. DE CORRIENTE	60/5A	1 VA/CL 0.5	23 mm	10 x 30,6 mm
TAF2 80/5A	1	TRANSFORM. DE CORRIENTE	80/5A	1 VA/CL 0.5	23 mm	10 x 30,6 mm
TAF2 100/5A	1	TRANSFORM. DE CORRIENTE	100/5A	1 VA/CL 0.5	23 mm	10 x 30,6 mm
TAF2 150/5A	1	TRANSFORM. DE CORRIENTE	150/5A	1 VA/CL 0.5	23 mm	10 x 30,6 mm
TAF2 200/5A	1	TRANSFORM. DE CORRIENTE	200/5A	1,5 VA/CL 0.5	23 mm	10 x 30,6 mm
TAF2 250/5A	1	TRANSFORM. DE CORRIENTE	250/5A	1,5 VA/CL 0.5	23 mm	10 x 30,6 mm
TAF2 300/5A	1	TRANSFORM. DE CORRIENTE	300/5A	1,5 VA/CL 0.5	23 mm	10 x 30,6 mm
TAF2 400/5A	1	TRANSFORM. DE CORRIENTE	400/5A	2 VA/CL 0.5	23 mm	10 x 30,6 mm


El transformador de corriente (CT) que se seleccionará para la lectura de intensidad será de 80/5A.

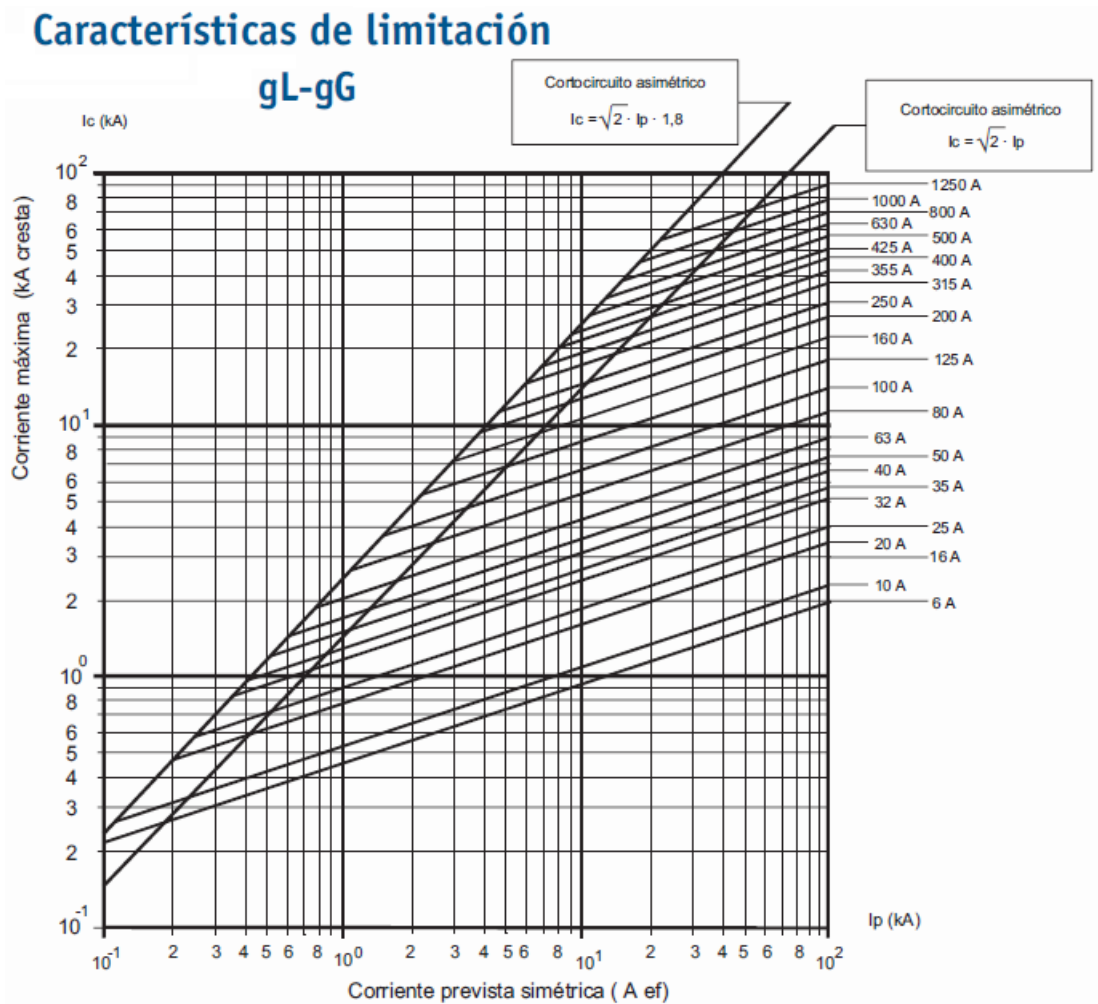
ANEXO H

CURVA CARACTERÍSTICA TIPO “D” DE UN INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO C60N



FUSIBLE gL-gG NH

Referencia		Intensidad nominal (A)	Tensión nominal (Vac)	Capacidad de ruptura (kA)	Modelo	
gL-gG	aM				C-00	
300006	310006	6	690	80		
300010	310010	10	690	80		
300016	310016	16	690	80		
300020	310020	20	690	80		
300025	310025	25	690	80		
300032	310032	32	690	80		
300035	310035	35	690	80		
300040	310040	40	690	80		
300050	310050	50	690	80		
300063	310063	63	690	80		
300080	310080	80	690	80		
300100	310100	100	690	80		
300125	310125	125	500	120	NH-00	
300160	310160	160	500	120		



ANEXO J

FACTURAS DEL SERVICIO ELÉCTRICO GRANDES CLIENTES SUMINISTRO 943788-6 BANCHISFOOD S.A

FECHA DE FACTURACIÓN 2009-12-30



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1106604669
Válida hasta Enero del 2010

Fecha Emisión: 30/12/2009

Factura No. 001-007-2405260

No. Control: 94378806-5K

Suministro: 943788-6 BANCHISFOOD S.A.

Fax: 2335181

R.U.C.: 1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-038-1030

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso:

Dpto:

Interseccion: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Interseccion: CONDORAZO-FAJARDO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2009/11/24

Hasta: 2009/12/28

Dias Factu.: 34

Factor de multiplicación: 1.00

Constante: 1.00

Recargo Pérdidas en Transformación:

0 %

INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

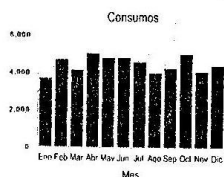
Concepto	Valor
DEMANDA	19 Kw 66.74
PENAL BAJO FACT.POTE	0.90 7.75
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	2975Kwh 202.30
CONSUMO 22h - 07h	1451Kwh 78.35
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	356.55
ALUMBRADO PUBLICO	17.83
IMPUESTO BOMBEROS	13.08
TASA RECOLECCION BAS	35.56
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	66.57
TOTAL A PAGAR:	423.12

Medidor	Descripcion	Lectura		Consumo	Tipo Lect
		Actual	Anterior		
75D00701	Activa 22h - 07h	88248.950	86797.900	1451.15	TOMADA
75D00701	Activa 07h - 22h	238411.000	235436.000	2975	TOMADA
75D00701	Reactiva Normal	176574.090	174433.230	2140.86	TOMADA
75D00701	Demanda Normal-Lec.Direct	19.170	19.320	19.17	TOMADA
75D00701	Demanda Pico-Lec.Directa	16.430	15.750	16.43	TOMADA

* Incluida la energia de 22h00 - 18h00 (S.D.F)

Factor Potencia: 0.90

Factor Correccion: 0.86



Estimada Cliente:

Fecha Facturación: 2009/12/30

Pagar Hasta: 2010/01/15

(*) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-01-28



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1106604669
Valida hasta Enero del 2010

Fecha Emisión: 28/01/2010

Factura No. 001-007-2636740

No. Control: 94378807-37

Suministro:

943788-6

BANCHISFOOD S.A.

Fax:

2335181

R.U.C.:

1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocodigo: 97-01-036-1030

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso:

Dpto:

Interseccion: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocodigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Interseccion: CONDORAZO-FAJARDO

FORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2009/12/28

Factor de multiplicación: 1.00

Hasta: 2010/01/26

Constante: 1.00

Dias Factu.: 29

Recargo Pérdidas en Transformación:

0 %

Medidor Descripción

Actual

Anterior

Consumo

Tipo Lect

75D00701 Activa 22h - 07h

89718.680

88248.950

1469.73

TOMADA

75D00701 Activa 07h - 22h

241680.000

238411.000

3269

TOMADA

75D00701 Reactiva Normal

179112.550

176574.090

2538.46

TOMADA

75D00701 Demanda Normal-Lec.Direct

20.740

19.170

20.74

TOMADA

75D00701 Demanda Pico-Lec.Directa

14.990

16.430

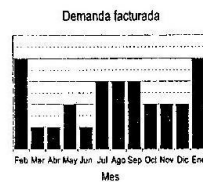
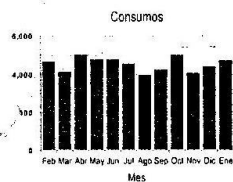
14.99

TOMADA

* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S.D.F)

Factor Potencia: 0.88

Factor Correccion: 0.72



INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Concepto	Valor
DEMANDA	21 Kw 62.35
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.88 16.61
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3269Kwh 222.29
CONSUMO 22h - 07h	1470Kwh 79.38
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	382.04
ALUMBRADO PUBLICO	17.19
IMPUESTO BOMBEROS	13.08
TASA RECOLECCION BAS	38.20
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	68.47
TOTAL A PAGAR:	450.51

Fecha Facturacion: 2010/01/28

Pagar Hasta: 2010/02/12

(*) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-02-27



EMPRESA
ELECTRICA
QUITO S.A.

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1107832233
Valida hasta Enero del 2011

Fecha Emisión: 27/02/2010

Factura No. 001-007-0229790

No. Control: 94378808-14

Suministro: 94378808-14 BANCHISFOOD S.A.

Fax: 2335181

R.U.C.: 1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-1030

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso:

Dpto:

Intersección: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Intersección: CONDORAZO-FAJARDO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/01/26

Hasta: 2010/02/26

Dias Factu.: 31

Factor de multiplicación: 1.00

Constante: 1.00

Recargo Pérdidas en Transformación:

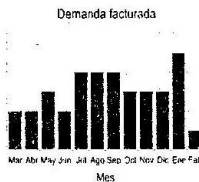
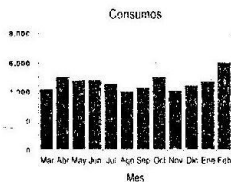
0 %

Medidor	Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Tipo Lect
75000701	Activa 22h - 07h	91813.690	89718.580	2095.21	TOMADA
75000701	Activa 07h - 22h	245600.000	241680.000	3920	TOMADA
75000701	Demanda Normal-Lec Direct	16.840	26.740	16.84	TOMADA
75000701	Demanda Pico-Lec Directa	17.100	14.990	17.1	TOMADA
75000701	Reactiva Normal	182659.430	179112.550	3546.88	TOMADA

* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S.D.F.)

Factor Potencia: 0.86

Factor Corrección: 1.00



INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Concepto	Valor
DEMANDA	17 Kw 71.09
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.86 31.55
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3920Kwh 266.56
CONSUMO 22h - 07h	2095Kwh 113.13
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	483.74
ALUMBRADO PUBLICO	19.35
IMPUESTO BOMBEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	48.37
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	82.12
TOTAL A PAGAR:	565.86

Fecha Facturación: 2010/02/27

Pagar Hasta: 2010/03/12

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-03-30



**EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.**

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1107832233
Valida hasta Enero del 2011

Fecha Emisión: 30/03/2010

Factura No. 001-007-0456048

No. Control: 94378809-K1

Suministro: 943788-6

BANCHISFOOD S.A.

Fax: 2335181

R.U.C.: 1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-035-1030

Calle: CACHA

Número: 49-B

Piso:

Dpto:

Intersección: CONDORAZO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Número: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Intersección: CONDORAZO-FAJARDO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/02/26

Hasta: 2010/03/25

Días Factu.: 27

Factor de multiplicación: 1.00

Constante: 1.00

Recargo Pérdidas en Transformación:

0 %

Factor Potencia: 0.87

Factor Corrección: 0.93

* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S,D,F)

Factor Potencia: 0.87

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

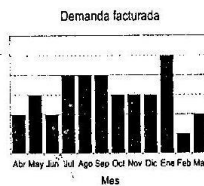
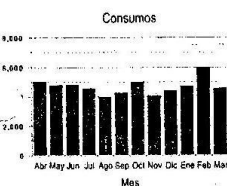
Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93

Factor Corrección: 0.93



INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Concepto	Valor
DEMANDA	18 Kw 62.48
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.87 20.52
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3264Kwh 221.95
CONSUMO 22h - 07h	1318Kwh 71.17
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	377.53
ALUMBRADO PUBLICO	15.10
IMPUESTO BOMBEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	37.75
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	67.25
TOTAL A PAGAR:	444.78

Fecha Facturación: 2010/03/30

Pagar Hasta: 2010/04/12

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-04-28



**EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.**

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1107832233
Valida hasta Enero del 2011

Fecha Emisión: 28/04/2010

Factura No. 001-007-0690452

No. Control: 94378810-34

Suministro: 94378810-34 BANCHISFOOD S.A.

Fax: 2335181

R.U.C.: 1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-1030

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso:

Dpto:

Intersección: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Intersección: CONDORAZO-FAJARDO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/03/25

Hasta: 2010/04/26

Dias Factu.: 32

Factor de multiplicación: 1.00

Constante: 1.00

Recargo Pérdidas en Transformación: 0 %

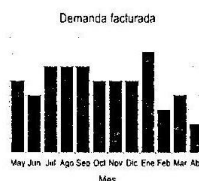
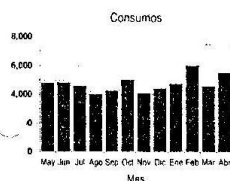
0 %

Medidor	Descripción	Lectura		Consumo	Tipo Lect
		Actual	Anterior		
75D00701	Activa 22h - 07h	94909.340	93131.900	1777.44	TOMADA
75D00701	Activa 07h - 22h	252633.000	248864.000	3769	TOMADA
75D00701	Demanda Normal-Lec.Direct	16.460	18.380	16.46	TOMADA
75D00701	Demanda Pico-Lec.Directa	14.510	15.290	14.51	TOMADA
75D00701	Reactiva Normal	188301.160	185213.440	3087.72	TOMADA

* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S.D.F.)

Factor Potencia: 0.87

Factor Corrección: 0.88



INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Concepto	Valor
DEMANDA	16 Kw 62.90
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.87 23.94
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3769Kwh 256.29
CONSUMO 22h - 07h	1777Kwh 95.96
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	440.50
ALUMBRADO PUBLICO	17.62
IMPUESTO BOMBEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	44.05
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	76.07
TOTAL A PAGAR:	516.57

Fecha Facturación: 2010/04/28

Pagar Hasta: 2010/05/13

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-05-28



**EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.**

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1107832233
Valida hasta Enero del 2011

Fecha Emisión: 28/05/2010

Factura No. 001-007-0910877

No. Control: 94378811-11

Suministro: **943788-6** BANCHISFOOD S.A. Fax: **2335181** R.U.C.: **1791978471001**

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-1030

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso: Dpto:

Interseccion: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQU

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Interseccion: CONDORAZO-FAJARDO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQU

Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/04/26

Hasta: 2010/05/25

Dias Factu.: 29

Factor de multiplicación: 1.00

Constante: 1.00

Recargo Pérdidas en Transformación: 0 %

Lectura

Medidor	Descripcion	Actual	Anterior	Consumo	Tipo Lect
75D00701	Activa 22h - 07h	96520.260	94909.340	1610.92	TOMADA
75D00701	Activa 07h - 22h	256173.000	252633.000	3540	TOMADA
75D00701	Demanda Normal-Lec.Direct	17.400	16.460	17.4	TOMADA
75D00701	Demanda Pico-Lec.Directa	15.510	14.510	15.51	TOMADA
75D00701	Reactiva Normal	191095.270	188301.160	2794.11	TOMADA

* Incluida la energia de 22h00 - 18h00 (S.D.F)

Factor Potencia: 0.88

Factor Correccion: 0.89

INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

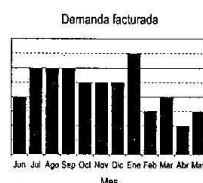
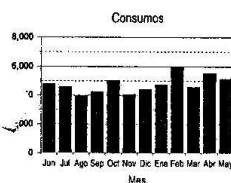
Concepto	Valor
DEMANDA	17 Kw 66.83
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.88 18.00
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3540Kwh 240.72
CONSUMO 22h - 07h	1611Kwh 86.99
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	413.95
ALUMBRADO PUBLICO	17.80
IMPUESTO BOMBEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	41.40
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	73.60

TOTAL A PAGAR: 487.55

Fecha Facturación: 2010/05/28

Pagar Hasta: 2010/06/11

(*) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00



FECHA DE FACTURACIÓN 2010-06-29



**EMPRESA
ELECTRICA
QUITO S.A.**

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1107832233
Valida hasta Enero del 2011

Fecha Emisión: 29/06/2010

Factura No. 001-007-1161055

No. Control: 94378812-K9

R.U.C. 1791978471001

Suministro: 943788-6

BANCHISFOOD S.A.

Fax: 2335181

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-1030

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Interseccion: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Interseccion: CONDORAZO-FAJARDO

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/05/25
Factor de multiplicación: 1.00

Hasta: 2010/06/24
Constante: 1.00
Días Factu.: 30

Recargo Pérdidas en Transformación: 0 %

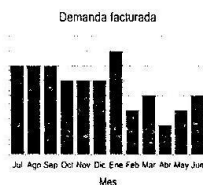
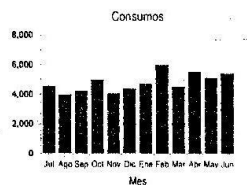
Lectura

Medidor	Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Tipo Lect
75D00701	Activa 22h - 07h	98196.320	96520.260	1676.06	TOMADA
75D00701	Activa 07h - 22h	259939.000	256173.000	3766	TOMADA
75D00701	Demanda Normal-Lec.Direct	18.480	17.400	18.48	TOMADA
75D00701	Demanda Pico-Lec.Directa	14.850	15.510	14.85	TOMADA
75D00701	Reactiva Normal	194067.910	191095.270	2972.64	TOMADA

* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S.D.F)

Factor Potencia: 0.88

Factor Corrección: 0.80



INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)
Punto de entrega: Baja Tension

Concepto	Valor
DEMANDA	18 Kw 62.48
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.88 18.66
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3766Kwh 256.09
CONSUMO 22h - 07h	1676Kwh 90.50
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	429.14
ALUMBRADO PUBLICO	18.45
IMPUESTO BOMBEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	42.91
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	75.76
TOTAL A PAGAR:	504.90

Fecha Facturación: 2010/06/29

Pagar Hasta: 2010/07/14

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-06-29



**EMPRESA
ELECTRICA
QUITO S.A.**

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1107832233
Valida hasta Enero del 2011

Fecha Emisión: 29/06/2010

Factura No. 001-007-1161055

No. Control: 94378812-K9

R.U.C.: 1791978471001

Suministro: 943788-6

BANCHISFOOD S.A.

Fax: 2335181

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-1030

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto: CONDORAZO

Interseccion: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto: CONDORAZO-FAJARDO

Interseccion: CONDORAZO-FAJARDO

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/05/25

Hasta: 2010/06/24

Dias Factu.: 30

Factor de multiplicación: 1.00

Constante: 1.00

Recargo Pérdidas en Transformación:

0 %

Medidor Descripción

Actual

Anterior

Consumo

Tipo Lect

75D00701 Activa 22h - 07h

98196.320

96520.260

1676.06

TOMADA

75D00701 Activa 07h - 22h

259939.000

256173.000

3766

TOMADA

75D00701 Demanda Normal-Lec.Direct

18.480

17.400

18.48

TOMADA

75D00701 Demanda Pico-Lec.Directa

14.850

15.510

14.85

TOMADA

75D00701 Reactiva Normal

194067.910

191095.270

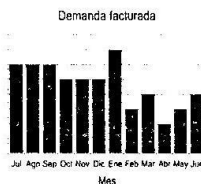
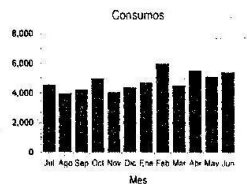
2972.64

TOMADA

* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S.D.F)

Factor Potencia: 0.88

Factor Corrección: 0.80



INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Concepto	Valor
DEMANDA	18 Kw 62.48
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.88 18.66
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3766Kwh 256.09
CONSUMO 22h - 07h	1676Kwh 90.50
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	429.14
ALUMBRADO PUBLICO	18.45
IMPUESTO BOMBEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	42.91
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	75.76
TOTAL A PAGAR:	504.90

Fecha Facturación: 2010/06/29

Pagar Hasta: 2010/07/14

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-07-29



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 (16 - 02)

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización: 1107832233
Valida hasta: Enero del 2011

Fecha Emisión: 29/07/2010

Factura No. 001-007-1401096

No. Control: 94378813-86

Suministro:

943788 - 6 BANCHISEED S.A.

Fax:

2335181

R.U.C.:

1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-1030

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso:

Dpto:

Intersección: CONDORAZO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Intersección: CONDORAZO-FAJARDO

INFORMACIÓN DEL CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/06/24

Hasta: 2010/07/26

Días Factu.: 32

Factor de multiplicación: 1.00

Constante: 1.00

Recargo Pérdidas en Transformación:

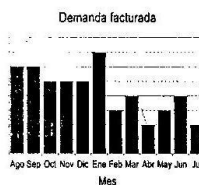
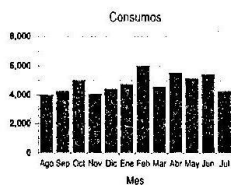
0 %

Medidor	Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Tipo Lect
75D00701	Activa 22h - 07h	99297.830	98196.320	1101.51	TOMADA
75D00701	Activa 07h - 22h	263119.000	259939.000	3180	TOMADA
75D00701	Demanda Normal-Lec.Direct	15.200	18.480	15.2	TOMADA
75D00701	Demanda Pico-Lec.Directa	16.060	14.850	16.06	TOMADA
75D00701	Reactiva Normal	196289.780	194067.910	2221.87	TOMADA

* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S,D,F)

Factor Potencia: 0.89

Factor Corrección: 1.00



INFORMACIÓN DE LOS CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Concepto	Valor
DEMANDA	16 Kw 66.91
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.89 11.60
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3180Kwh 216.24
CONSUMO 22h - 07h	1102Kwh 59.51
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	355.67
ALUMBRADO PUBLICO	16.72
IMPUESTO BOMBEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	35.57
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	66.69
TOTAL A PAGAR:	422.36

Fecha Facturación: 2010/07/29

Pagar Hasta: 2010/08/12

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-08-28



**EMPRESA
ELECTRICA
QUITO S.A.**

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1107832233
Valida hasta Enero del 2011

Fecha Emisión: 28/08/2010

Factura No. 001-007-1639277

No. Control: 94378814-63

Suministro: 943788 - 6 BANCHISFOOD S.A.

Fax: 2335181 R.U.C.: 1791978471001

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Calle: CACHA Numero: 49-B Piso: Dpto: Interseccion: CONDORAZO
Barrio/Urb.: SANGOLQUI Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQ Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95 Geocodigo: 98-01-049-1250
Calle: CACHA Numero: 49-B Piso: PB Dpto: Interseccion: CONDORAZO-FAJARDO
Barrio/Urb.: SANGOLQUI Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQ Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Factor de multiplicación: 1.00

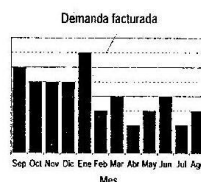
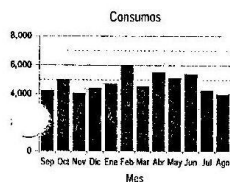
Recargo Perdidas en Transformación: 0 %

Medidor	Descripcion	Actual	Anterior	Consumo	Tipo Lect
75D00701	Activa 22h - 07h	100283.630	99297.830	985.8	TOMADA
75D00701	Activa 07h - 22h	266142.000	263119.000	3023	TOMADA
75D00701	Demanda Normal-Lec.Direct	16.700	15.200	16.7	TOMADA
75D00701	Demanda Pico-Lec.Directa	15.010	15.060	15.01	TOMADA
75D00701	Reactiva Normal	198346.540	196289.780	2056.76	TOMADA

* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S,D,F)

Factor Potencia: 0.89

Factor Correccion: 0.90



INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Concepto	Valor
DEMANDA	17 Kw 62.56
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.89 10.88
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3023Kwh 205.56
CONSUMO 22h - 07h	986Kwh 53.24
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	333.65
ALUMBRADO PUBLICO	16.68
IMPUESTO BOMBEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	33.37
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	64.45
TOTAL A PAGAR:	398.10

Fecha Facturacion: 2010/08/28

Pagar Hasta: 2010/09/10

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-09-29



**EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.**

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5365 - 1998 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización 1107832233
Válida hasta Enero del 2011

Fecha Emisión: 29/09/2010

Factura No. 001-007-1885360

No. Control: 94378815-40

Suministro: 943788 - 6. BANCHISFOOD S.A. Fax: 2335181 R.U.C.: 1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-1050

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: Dpto:

Intersección: CONDORAZO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Intersección: CONDORAZO-FAJARDO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/08/25

Hasta: 2010/09/24

Días Factu.: 30

Factor de multiplicación: 1.00

Constante: 1.00

Recargo Pérdidas en Transformación: 0 %

Lectura

Medidor Descripción

Actual

Anterior

Consumo

Tipo Lect

75D00701 Activa 22h - 07h

101792.950

100283.630

1509.32

TOMADA

75D00701 Activa 07h - 22h

269347.000

266142.000

3205

TOMADA

75D00701 Demanda Normal-Lec.Direct

16.700

16.700

16.7

TOMADA

75D00701 Demanda Pico-Lec.Directa

15.010

15.010

15.01

TOMADA

75D00701 Reactiva Normal

200800.790

198346.540

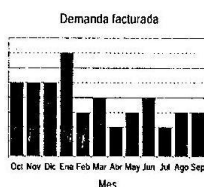
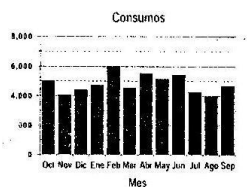
2454.25

TOMADA

* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S,D,F)

Factor Potencia: 0.89

Factor Corrección: 0.90



INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Concepto	Valor
DEMANDA	17 Kw 62.56
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.89 12.25
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3205Kwh 217.94
CONSUMO 22h - 07h	1509Kwh 81.49
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	375.65
ALUMBRADO PUBLICO	18.78
IMPUESTO BOMBEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	37.57
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	70.75

TOTAL A PAGAR: 446.40

Fecha Facturación: 2010/09/29

Pagar Hasta: 2010/10/12

(*) BASE PARA RETENCIÓN 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-10-28



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización SRI: 1107832233

Válida hasta: Enero del 2011

Fecha Emisión: 28/10/2010

Factura No. 001-007-2117243

Suministro: 943788-6

BANCHISFOOD S.A.

Fax: 2335181

No. Control: 94378816-28

R.U.C.: 1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-1030

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso:

Dpto:

Intersección: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Intersección: CONDORAZO-FAJARDO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/09/24

Factor de multiplicación: 1.00

Hasta: 2010/10/25

Constante: 1.00

Días Factu.: 31

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Recargo Pérdidas en Transformación: 0 %

Lectura

Medidor	Descripcion	Actual	Anterior	Consumo	Tipo Lect
75000701	Activa 22h - 07h	102723.740	101792.950	930.79	TOMADA
75000701	Activa 07h - 22h	272331.000	269347.000	2984	TOMADA
75000701	Demanda Normal-Lec.Direct	17.210	16.700	17.21	TOMADA
75000701	Demanda Pico-Lec.Directa	14.640	15.010	14.64	TOMADA
75000701	Reactiva Normal	202782.570	200800.790	1981.78	TOMADA

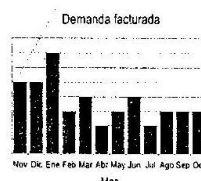
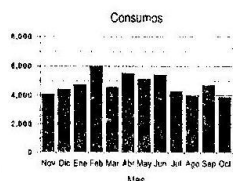
* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S.D.F.)

Factor Potencia: 0.89

Factor Corrección: 0.85

INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Concepto	Valor
DEMANDA 17 Kw	62.56
PENAL.BAJO FACT.POTE 0.89	10.69
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h 2984Kwh	202.91
CONSUMO 22h - 07h 931Kwh	50.27
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	327.84
ALUMBRADO PUBLICO	17.38
IMPUESTO BOMBEEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	32.78
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	64.56
TOTAL A PAGAR:	392.40



Fecha Facturación: 2010/10/28

Pagar Hasta: 2010/11/15

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-10-28



**EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.**

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización SRI: 1107832233

Válida hasta: Enero del 2011

Fecha Emisión: 28/10/2010

Factura No. 001-007-2117243

Suministro: 943788-6

BANCHISFOOD S.A.

Fax: 2335181

No. Control: 94378816-28

R.U.C.: 1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-1030

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso:

Dpto:

Interseccion: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plant: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Interseccion: CONDORAZO-FAJARDO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/09/24

Factor de multiplicación: 1.00

Hasta: 2010/10/25

Constante: 1.00

Días Factu.: 31

Recargo Pérdidas en Transformación:

0 %

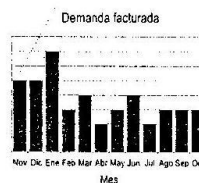
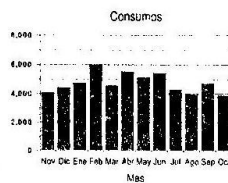
Lectura

Medidor	Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Tipo Lect
75000701	Activa 22h - 07h	102723.740	101792.950	930.79	TOMADA
75000701	Activa 07h - 22h	272331.000	269347.000	2984	TOMADA
75000701	Demanda Normal-Lec.Direct	17.210	16.700	17.21	TOMADA
75000701	Demanda Pior-Lec.Directa	14.640	15.010	14.64	TOMADA
75000701	Reactiva Normal	202782.570	200800.790	1981.78	TOMADA

* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S.D.F)

Factor Potencia: 0.89

Factor Correccion: 0.85



INFORMACIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS:

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Concepto	Valor
DEMANDA	17 Kw 62.56
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.89 10.69
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	2984Kwh 202.91
CONSUMO 22h - 07h	931Kwh 50.27
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	327.84
ALUMBRADO PUBLICO	17.38
IMPUESTO BOMBEEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	32.78
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	64.56

TOTAL A PAGAR: 392.40

Fecha Facturacion: 2010/10/28

Pagar Hasta: 2010/11/15

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

FECHA DE FACTURACIÓN 2010-11-30



**EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.**

R.U.C. 1790053881001

Av. 10 de Agosto E1-24 y Las Casas
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución N° 5358 - 1995 - 06 - 02

FACTURA DE GRANDES CLIENTES

Autorización SRI: 1107832233

Válida hasta: Enero del 2011

Fecha Emisión: 30/11/2010

Factura No. 001-007-2380827

Suministro:

943788 - 6

BANCHISFOOD S.A.

Fax:

2335181

No. Control: 94378817-05

R.U.C.

1791978471001

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN:

Geocódigo: 97-01-036-1030

Calle: CACHA

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Numero: 49-B

Piso:

Dpto:

Intersección: CONDORAZO

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

DIRECCIÓN DEL SERVICIO:

Plan: 95

Geocódigo: 98-01-049-1250

Calle: CACHA

Numero: 49-B

Piso: PB

Dpto:

Intersección: CONDORAZO-FAJARDO

Barrio/Urb.: SANGOLQUI

Parroquia: CHAUPITENA/SANGOLQUI

Canton: RUMINAHUI

INFORMACIÓN DE CONSUMO:

Periodo Consumo Desde: 2010/10/25

Factor de multiplicación: 1.00

Hasta: 2010/11/25

Constante: 1.00

Dias Factu.: 31

Tarifa: Ind.Demanda con reg.horario (922)

Punto de entrega: Baja Tension

Recargo Pérdidas en Transformación:

0 %

Concepto

Valor

Medidor	Descripcion	Actual	Anterior	Consumo	Tipo Lect
75D00701	Activa 22h - 07h	103663.280	102723.740	939.54	TOMADA
75D00701	Activa 07h - 22h	275694.000	272331.000	3363	TOMADA
75D00701	Demanda Normal-Lec.Direct	17.040	17.210	17.04	TOMADA
75D00701	Demanda Pico-Lec.Directa	16.580	14.640	16.58	TOMADA
75D00701	Reactiva Normal	204966.970	202782.570	2184.4	TOMADA

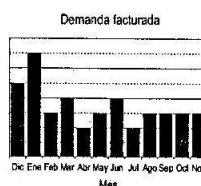
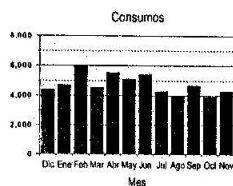
* Incluida la energía de 22h00 - 18h00 (S,D,F)

Factor Potencia: 0.89

Factor Corrección: 0.97

Concepto	Valor
DEMANDA	17 Kw 71.09
PENAL.BAJO FACT.POTE	0.89 11.66
COMERCIALIZACION	1.41
CONSUMO 07h - 22h	3363Kwh 228.68
CONSUMO 22h - 07h	940Kwh 50.76
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	363.80
ALUMBRADO PUBLICO	21.83
IMPUESTO BOMBEROS	14.40
TASA RECOLECCION BAS	36.38
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS	72.61

TOTAL A PAGAR: 436.41



Fecha Facturación: 2010/11/30

Pagar Hasta: 2010/12/15

(**) BASE PARA RETENCION 1%: 0.00

ANEXO K

BASE REFERENCIAL DE COSTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Todos estos datos fueron facilitados por la empresa IELECTRIC. Proyectos Eléctricos y Suministros de Materiales, Calle Ponce Enríquez N° 577 (Conocoto), Telefax (593-2) 23345-364

COSTO DE MATERIALES			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNIT \$	P. TOTAL \$
Controlador de factor de potencia	1	200	200,00
Contactor LC1D12M7 18A-220V	3	35,37	106,11
Condensador Trifásico 3kVAr-220V	3	60	180,00
Transformador de corriente 80/5A	1	14,05	14,05
Int - termo magnético C60N-3P-40A	1	25,6	25,60
Fusible NH-00-16A mas base	9	6	54,00
Breaker C60N-1P-1A	5	10,06	50,30
Breaker C60N-1P-16A	1	29,8	29,80
Gabinete 1	1	45	45,00
Conductor 10AWG THHN-FLEX (metros)	4,5	0,75	3,38
Conductor 6AWG THHN-FLEX (metros)	9	1,38	12,42
Cable desnudo 8AWG 7hilos (metros)	6	1,25	7,50
Materiales varios	1	10	10,00
SUBTOTAL			738,16
IVA 12%			88,58
TOTAL			826,73

COSTOS DE INSTALACIÓN			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNIT \$	P. TOTAL \$
Mano de obra (dos personas)	1	129,8	129,8
Diseño del banco	1	0	0
Dirección técnica	1	55	55
Costos indirectos e imprevistos	1	18,48	18,48
SUBTOTAL			203,28
IVA 12%			24,39
TOTAL			227,67

COSTO DE OPERACIÓN MANTENIMIENTO			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNIT \$	P. TOTAL \$
Mantenimiento (1 por año)	1	40	40
		SUBTOTAL	40,00
		IVA 12%	4,80
		TOTAL	44,80

COSTO DE RETIRO DEL EQUIPO			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNIT \$	P. TOTAL \$
Costos mano de obra	1	41	41
		SUBTOTAL	41,00
		IVA 12%	4,92
		TOTAL	45,92

COSTO DE REPOSICIÓN DE UNA UNIDAD			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNIT \$	P. TOTAL \$
Valor de adquisición de una unidad	1	60	60
Gastos de instalación	1	41	41
		SUBTOTAL	101,00
		IVA 12%	12,12
		TOTAL	113,12

RESUMEN DE COSTOS		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. TOTAL \$
Costo Materiales	1	826,73
Costo de instalación	1	227,67
Costo de mantenimiento	1	44,80
Costo de retiro del equipo	1	45,92
Costo de reposición de una unidad	1	113,12
	TOTAL	1258,25

ANEXO L

INDICADORES O ÍNDICES DE RENTABILIDAD PARA UN PROYECTO

VALOR PRESENTE NETO

Valor	Significado	Decisión a tomar
$VPN > 0$	La inversión producirá ganancias	El proyecto puede aceptarse
$VPN < 0$	La inversión producirá pérdidas	El proyecto debe rechazarse
$VPN = 0$	La inversión no producirá ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario, la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

Valor	Significado
$R B/C > 1$	El proyecto es rentable
$R B/C < 1$	El proyecto no es rentable se debe rechazar
$R B/C = 1$	El proyecto es indiferente

ANEXO M

TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

Tasas de Interés

☐ LOGOCOMPARACION-TASAS.jpg

1. TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS VIGENTES

Tasas Referenciales		Tasas Máximas	
Tasa Activa Efectiva Referencial para el segmento:	% anual	Tasa Activa Efectiva Máxima para el segmento:	% anual
Productivo Corporativo	9.11	Productivo Corporativo	9.33
Productivo Empresarial	9.88	Productivo Empresarial	10.21
Productivo PYMES	11.35	Productivo PYMES	11.83
Consumo	15.95	Consumo *	16.30
Vivienda	10.77	Vivienda	11.33
Microcrédito Acumulación Ampliada	22.78	Microcrédito Acumulación Ampliada	25.50
Microcrédito Acumulación Simple	27.79	Microcrédito Acumulación Simple	27.50
Microcrédito Minorista	30.76	Microcrédito Minorista	30.50